

Revista Iberoamericana de Tecnologías del/da Aprendizaje/Aprendizagem

(Latin-American Learning Technologies Journal)

Una publicación de la Sociedad de la Educación del IEEE
Uma publicação da Sociedade de Educação do IEEE
A publication of the IEEE Education Society

NOV. 2010 **VOL. 5** **NÚMERO/NUMBER 4** **(ISSN 1932-8540)**

EDICIÓN ESPECIAL: APRENDIZAJE MÓVIL: TENDENCIAS, CUESTIONES Y RETOS
Editores Invitados: *David Romero, Arturo Molina, Violeta Chirino*

(Continúa en la Contraportada...)

IEEE-RITA (http://webs.uvigo.es/cesei/RITA)

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

Innovación ¿También en educación?

Inmaculada Plaza García, IEEE Senior Member
Presidenta del Capítulo Español - Sociedad Educación IEEE
Universidad de Zaragoza (España)

Desde hace décadas, las siglas I+D (investigación + desarrollo) se han venido utilizado con frecuencia en ambientes académicos y empresariales. Hace ya unos años, a estas siglas se viene uniendo una tercera, la "i" (innovación), escrita a veces con minúsculas para diferenciarla de la primera.

Aunque se incorporó en tercer lugar, el concepto "innovación" ha ido adquiriendo relevancia en nuestra sociedad y hoy en día es fácil encontrar un gran número de noticias y recortes de prensa relacionados con dicha sigla. De una lectura rápida se puede deducir la gran importancia que desde las administraciones públicas se le está dando a este término.

A modo de ejemplo, podemos citar que entre los objetivos de la Estrategia Estatal de Innovación (e21) figuran que en el periodo 2010-2015 se haya duplicado el número de empresas que hacen innovación, incorporando 40.000 empresas más. Así mismo que el número de empleos de media y alta tecnología aumente en medio millón en el periodo 2010-2015[1].

La demanda de un cambio de modelo económico, ha servido como acicate para que el Ministerio de Ciencia e Innovación haya priorizado la innovación como eje fundamental en sus programas "Ciudades de la Ciencia e Innovación", Innocampus, Innpacto, Inncorpora…

Este interés por la innovación también se encuentra en las comunidades autónomas. Por poner un ejemplo, el Gobierno de Aragón prevé crear 1.200 nuevas empresas innovadoras y 15.000 empleos en tecnología en tres años[2]. Para ello ha definido un plan de acción, compuesto por seis ejes básicos sobre los que fomentar la "*cultura de la innovación*".

Claramente la "*innovación*" puede considerarse un concepto clave en nuestro futuro. Pero… ¿cómo se prepara la Universidad para afrontar estos nuevos retos?

Como señala la Estrategia Universidad 2015[3], las universidades deben ser una palanca de cambio económico y cultural en el triángulo formado por la formación, la investigación y la innovación. Como indica este documento, la universidad debe desempeñar un papel cada vez más importante en el complejo proceso de innovación.

Paralelamente, la Universidad deberá preparar a los futuros profesionales que se integrarán en los proyectos de I+D+i tanto

[1] http://www.micinn.es/

[2] http://portal.aragon.es/

[3] http://www.educacion.es/eu2015

en el ámbito empresarial como universitario o crearán las empresas innovadoras que mencionábamos en un párrafo anterior. Sin embargo, el perfil de los alumnos también está cambiando. La OCDE ya distingue entre young adults (estudiantes cercanos a los treinta años), second biters (regresan para complementar sus estudios) y second chancers (piden una nueva oportunidad por no haber podido acceder en su momento)[4].

Este entorno cambiante nos obliga a los profesores universitarios a cuestionarnos nuestra labor docente, a plantearnos nuevas formas de entender la educación y a preguntarnos como conseguir responder a estos retos.

Tal vez la forma de alcanzar estos objetivos, tanto a nivel individual como colectivo, sea adaptar el concepto "*innovación*" y fomentar la "*cultura de la innovación*" en nuestra propia labor docente.

La idea parece atractiva pero difícil de concretar ¿Cómo puedo ser innovador en mi docencia? Todos podemos pensar experiencias puntuales, pero… ¿es eso innovar?, o ¿cómo podría ir más allá?

La propia definición de innovación nos puede ayudar a pensar diferentes claves.

En España, la definición normativa nos dice que la *innovación* es una *"actividad cuyo resultado es la obtención de nuevos productos o procesos, o mejoras sustancialmente significativas de los ya existentes"*[5].

Desde la definición de innovación de Schumpeter (año 1934) este concepto se ha ido ampliando y enriqueciendo. Actualmente algunos autores inciden en el carácter práctico de la innovación, llegando a diferenciar entre "renovación-ampliación de productos y servicios", "innovación en los métodos - procesos" e "innovación organizativa". Esta triple clasificación nos puede dar las claves para pensar…

Así mismo, también resulta importante la nueva definición que se está utilizando en los últimos años, en los que se requiere que además de *útil* la innovación sea *sostenible*.

De esta forma podemos pensar en introducir innovaciones en nuestro "producto-servicio", en el "proceso" o en forma de "gestionar-organizar" nuestra docencia, que sean útiles y que podamos mantener en el tiempo.

Pero no estamos solos en este camino. Las iniciativas que podemos tomar como punto de partida son numerosas, y muchas de ellas se vienen desarrollando desde hace años.

Por citar algunos ejemplos:

- La generación de nuevos recursos educativos, tanto para clases presenciales como no presenciales. En este apartado cabe destacar las iniciativas de generación de recursos educativos en abierto o de recursos reutilizables.

- Diferentes cambios en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en la forma de gestionar-organizar la docencia, tanto en el ámbito presencial como no presencial. Quizás los cursos en abierto (OCW – Open Course Ware), la instrumentación remota y los laboratorios virtuales, las experiencias en e-learning y u-learning sean algunos de los que nos hagan pensar más en la Universidad del futuro, por requerir un mayor apoyo tecnológico. Pero no por ello debemos descartar la mejora continuada que podemos abordar en la forma de

[4] J.M. Bricall "Some recent trends in the Universities". Seminarium Nova Series anno XLI Iannuarii-Martii 2001.

[5] UNE 166000:2006. Gestión de la I+D+i: Terminología y Definiciones de las actividades de I+D+i.

impartir y gestionar la docencia presencial, tanto en las clases como en los laboratorios.

– Y por supuesto, aquellas iniciativas que nos permitan fomentar y aprovechar nuestras propias capacidades (capacidad creativa, capacidad de anticipación…) a la par que disfrutar (o volver a disfrutar si la ilusión se ha perdido) de nuestra labor docente.

El camino innovador resulta interesante y requiere de esfuerzo, capacidad de adaptación, motivación… es un camino que cada uno de nosotros en particular, y como colectivo en global tenemos que afrontar.

Sin embargo, es un camino completamente atractivo y enriquecedor. Por ello, desde el Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE y desde estas páginas en particular os animamos a todos a emprenderlo.

Y por supuesto, podéis contar con la revista RITA como elemento de difusión y con la colaboración del Capitulo de la Sociedad de Educación del IEEE al que represento como apoyo en este interesante proceso innovador, elemento clave para el futuro de la educación.



Inmaculada Plaza García. Es licenciada en Ciencias Físicas con Grado, obtuvo el DEA en Ingeniería de Diseño y Fabricación por la Universidad de Zaragoza y el Doctorado en Ingeniería Electrónica y Comunicaciones por la misma Universidad. Desde el año 2000 trabaja como docente en la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel. Actualmente es profesora Titular de Universidad, e imparte docencia en diferentes asignaturas de grado, doctorado y master, sobre electrónica digital, calidad y gestión de actividades de I+D+i.

Sus intereses investigadores se centran en *Calidad en actividades de I+D+i y en docencia*; *Hardware y Software libre* y *Electrónica-Sistemas Digitales*. Ha participado en más de 40 proyectos de ámbito internacional, nacional y local en estas temáticas y ha publicado más de 100 artículos en congresos y revistas nacionales e internacionales.

Junto con D. Francisco Arcega coordina el grupo interuniversitario de I+D+i “EduQTech” (Education–Quality–Technology) (Educación – Calidad – Tecnología).

Inmaculada Plaza es Senior Member del IEEE, presidiendo actualmente el Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE.

Inovação! Também em educação?

Inmaculada Plaza García, IEEE Senior Member
Presidente do Capítulo Español - Sociedade Educação IEEE
Universidade de Zaragoza
(Traduzido por Carlos Vaz do Carvalho)

Desde há décadas, as siglas I+D (investigação + desenvolvimento) são utilizadas com frequência em ambientes académicos e empresariais. Entretanto, a estas siglas uniu-se uma terceira, a "i" (inovação), escrita por vezes com minúsculas para diferenciar da primeira.

Ainda que incorporada em terceiro lugar, o conceito "inovação" adquiriu relevância na nossa sociedade e hoje em dia é fácil encontrar um grande número de notícias e recortes de imprensa relacionados com essa sigla. Numa leitura rápida pode-se deduzir a grande importância que as administrações públicas estão a dar a este termo.

A modo de exemplo, podemos citar que entre os objectivos da Estratégia Espanhola de Inovação (e21) figuram que, no período 2010-2015, deve duplicar o número de empresas inovadoras, incorporando mais 40.000 empresas. E ainda que o número de empregos de média e alta tecnologia aumente em meio milhão nesse periodo[1].

O pedido de uma alteração de modelo económico, serviu para acicatar o Ministério de Ciência e Inovação de forma a prioritizar a inovação como eixo fundamental nos seus programas "Cidades da Ciência e Inovação", Inocampus, Impacto, Incorpora…

Este interesse pela inovação também se encontra nas comunidades autónomas. Por exemplo, o Governo de Aragão prevê criar 1.200 novas empresas inovadoras e 15.000 empregos em tecnologia em três anos[2]. Para isso definiu um plano de acção, composto por seis eixos básicos sobre os que fomentar a "*cultura da inovação*".

Claramente a "*inovação*" pode considerar-se um conceito chave no nosso futuro. Mas… Como se prepara a Universidade para defrontar estes novos desafios?

Como assinala a Estratégia Universidade 2015[3], as Universidades devem ser una alavanca de mudança económica e cultural no triângulo formado pela formação, investigação e inovação. Como indica este documento, a Universidade deve desempenhar um papel cada vez mais importante no complexo processo de inovação.

Paralelamente, a Universidade deverá preparar os futuros profissionais que se integrarão nos projectos de I+D+i tanto no

[1] http://www.micinn.es/

[2] http://portal.aragon.es/

[3] http://www.educacion.es/eu2015

âmbito empresarial como universitário, ou criarão as empresas inovadoras que mencionávamos no parágrafo anterior. No entanto, o perfil dos alunos também está a mudar. A OCDE já distingue entre *young adults* (estudantes à volta dos trinta anos), *second biters* (regressam para complementar os seus estudos) e *second chancers* (pedem uma nova oportunidade por não terem podido aceder anteriormente)[4].

Este contexto em mudança obriga-nos, professores universitários, a questionar a nossa função docente, a usar novas formas de entender a educação e a perguntar como conseguir responder a estes desafios.

Talvez a forma de alcançar estes objectivos, tanto a nível individual como colectivo, seja adaptar o conceito "*inovação*" e fomentar a "*cultura da inovação*" em nossa própria actividade docente.

A ideia parece atractiva mas difícil de concretizar. Como posso ser inovador na minha docência? Todos podemos pensar em experiências pontuais, mas… Isso é inovar? Como posso ir mais além?

A própria definição de inovação pode-nos ajudar a pensar em diferentes chaves.

Em Espanha, a definição normativa diz-nos que a *inovação é* uma *"actividade cujo resultado é a obtenção de novos produtos ou processos, ou melhoras significativas dos já existentes"*[5].

Desde a definição de inovação de Schumpeter (ano 1934) este conceito ampliou-se e enriqueceu-se. Actualmente alguns autores incidem no carácter prático da inovação, chegando a diferenciar entre "renovação-ampliação de produtos e serviços", "inovação nos métodos - processos" e "inovação organizacional". Esta tripla classificação pode dar-nos as chaves para pensar…

Da mesma maneira, também resulta importante a nova definição que se utiliza nos últimos anos, em que se requere que ademais de *útil* a inovação seja *sustentável*.

Desta forma podemos pensar em introduzir inovações no nosso "produto-serviço", no "processo" ou na forma de "gerir-organizar" a nossa docência, que sejam úteis e que possamos manter ao longo do tempo.

Mas não estamos sós neste caminho. As iniciativas que podemos tomar como ponto de partida são numerosas, e muitas delas vêm-se desenvolvendo há vários anos. Por exemplo:

- A geração de novos recursos educativos, tanto para aulas presenciais como não presenciais. Neste apartado cabe destacar as iniciativas de geração de recursos educativos abertos ou de recursos reutilizáveis.

- Diferentes mudanças no processo de ensino-aprendizagem e na forma de gerir-organizar a docência, tanto no âmbito presencial como não presencial. Talvez os cursos livres (OCW – *Open Course Ware*), a instrumentação remota e os laboratórios virtuais, as experiências de e-learning e u-learning sejam alguns dos temas que nos façam pensar mais na Universidade do futuro, por exigir um maior apoio tecnológico. Mas não é por isso que devemos descartar a melhoria continua que podemos abordar na forma de gerir a docência presencial, tanto nas aulas como nos laboratórios.

---

[4] J.M. Bricall "Some recent trends in the Universities". Seminarium Nova Series anno XLI Iannuarii-Martii 2001.

[5] UNE 166000:2006. Gestão de I+D+i: Terminologia e Definições das actividades de I+D+i.

- E claro, aquelas iniciativas que nos permitam fomentar e aproveitar as nossas próprias capacidades (capacidade criativa, capacidade de antecipação…) enquanto desfrutamos (ou voltamos a desfrutar se perdemos a ilusão) do nosso trabalho docente.

O caminho inovador resulta interessante e requer esforço, capacidade de adaptação, motivação… é um caminho que cada um de nós, em particular e como colectivo, tem de defrontar.

Mas é um caminho completamente atractivo e enriquecedor. Por isso, desde o Capítulo Espanhol da Sociedade de Educação do IEEE e desde estas páginas em particular vos animamos a percorrê-lo.

E claro, podem contar com a revista RITA como elemento de difusão e com a colaboração do Capitulo da Sociedade de Educação do IEEE, que represento, como apoio neste interessante processo inovador, elemento chave para o futuro da educação.



Inmaculada Plaza García. é Licenciada em Ciências Físicas com Grau, obteve o DEA em Engenharia de Desenho e Fabricação pela Universidade de Zaragoza e o Doutoramento em Engenharia Electrónica e Comunicações pela mesma Universidade. Desde o ano de 2000 trabalha como docente na Escola Universitária Politécnica de Teruel. Actualmente é Professora Titular de Universidade, e docente em diferentes cadeiras de grau, doutoramento e mestrado, sobre electrónica digital, qualidade e gestão de actividades de I+D+i.

Os seus interesses investigadores centram-se em *Qualidade em actividades de I+D+i e em docência*; *Hardware e Software livre* e *Electrónica-Sistemas Digitais*. Participou em mais de 40 projectos de âmbito internacional, nacional e local nestas temáticas e publicou mais de 100 artigos em congressos e revistas nacionais e internacionais.

Juntamente com D. Francisco Arcega coordena o grupo interuniversitário de I+D+i “EduQTech” (Education–Quality–Technology)(Educação – Qualidade – Tecnologia).

Inmaculada Plaza é *Senior Member* do IEEE, presidindo actualmente ao Capítulo Espanhol da Sociedade de Educação do IEEE.

Editorial Especial Aprendizaje Móvil: Tendencias, Cuestiones y Retos

David Romero, Arturo Molina, Violeta Chirino

EL aprendizaje móvil (*m-learning*) es sin lugar a duda el siguiente paso en la evolución de las tecnologías educativas, reflejando la convergencia digital de la tecnología móvil y el aprendizaje electrónico (*e-learning*) en respuesta a una sociedad cada vez más dinámica que busca una educación personalizada, vitalicia y universal. El aprendizaje móvil promete así ser la tecnología educativa del nuevo siglo que de acceso frecuente e integral a los sistemas y aplicaciones que apoyan el aprendizaje formal e informal en cualquier momento y en cualquier lugar dando la oportunidad al aprendiente de controlar y aprovechar sus tiempos disponibles para el aprendizaje/repaso de (nuevos) conocimientos.

La presente Edición Especial de IEEE-RITA titulada: "Aprendizaje Móvil: Tendencias, Cuestiones y Retos", incluye una colección de ocho artículos que buscan presentar al lector el estado del arte de la investigación y la práctica del aprendizaje móvil a través de preveer nuevas tendencias; discutir cuestiones pasadas, presentes y futuras; así como retos actuales de este nuevo medio de aprendizaje.

El primer artículo de esta edición especial nos presenta el trabajo investigativo de Hugo Pardo Kuklinski y Mara Balestrini titulado: "Prototipos de *Mobile Open Education:* Una breve selección de Casos". En este artículo, los autores nos presentan una revisión del estado del arte de plataformas y aplicaciones abiertas en apoyo al aprendizaje móvil, así como introducen su trabajo en el proyecto: CampusMovil.net, consistente en el desarrollo de una plataforma social de acceso abierto y gratuito vía dispositivos móviles para la comunidad universitaria iberoamericana, que aspira a cubrir necesidades no resueltas por parte de las plataformas abiertas actuales.

La contribución de Fernando Moreira, Maria João Ferreira y Sónia Rolland Sobral denominada: "Propuesta de un Modelo Mixto de Aprendizaje Móvil orientado al Contexto", nos resalta la importancia de los modelos mixtos (*blended learning)* en apoyo al aprendizaje electrónico (*e-learning*), así como la importancia de la interoperabilidad entre las tradicionales plataformas educativas basadas en Web con las nuevas aplicaciones de aprendizaje móvil (*m-learning*) con la finalidad de dar al aprendiente la oportunidad de accesar y manipular su información a través del ambiente-tecnología más propicio(a) de acuerdo al 'contexto', ya sea a través de un ordenador o un dispositivo móvil.

Sergio Martín, Gabriel Díaz, Inmaculada Plaza, Elio San Cristóbal, Miguel Latorre, Rosario Gil, Juan Peire y Manuel Castro nos presentan la investigación: "M2Learn: Framework Abierto para el Desarrollo de Aplicaciones para el Aprendizaje Móvil y Ubicuo", en donde introducen un marco de referencia abierto para el desarrollo de aplicaciones móviles y ubicuas caracterizado por la posibilidad de manejar y accesar a diversas bases de datos distribuidas, utilizar diferentes tecnologías para la adquisición de datos (e.g. GPS, RFID, Sensores), y soportar la interoperabilidad con otros sistemas/aplicaciones (*blended learning),* siempre siguiente los estándares educativos y tecnológicos internacionales pare el desarrollo de tecnologías educativas. El M2Learn Framework representa así un marco de referencia abierto de gran valor para el desarrollo de nuevas aplicaciones móviles en apoyo al emergente aprendizaje móvil.

"Diseño de un Entorno Colaborativo Móvil para Apoyo al Aprendizaje a través de Dispositivos Móviles de Tercera Generación", es una contribución de los autores Efraín Kantel, Gerardo Tovar y Arturo Serrano, que describe una plataforma colaborativa móvil utilizando las ventajas de los dispositivos móviles de tercera generación para apoyar la interacción entre estudiantes durante la realización de tareas en equipo. La plataforma se enfoca principalmente en dar soporte a esas pequeñas actividades o proyectos de campo de corta duración en donde la movilidad y la interactividad a través de los dispositivos móviles permiten al estudiante tener un mejor desempeño tanto en lo individual como en el trabajo en equipo.

En el artículo presentado por Jorge Torres, César Cárdenas, Juan Manuel Dodero y Eduardo Juárez titulado: "SOMP-QR: Una Plataforma de Investigación Cualitativa Móvil para el Aprendizaje", se nos introduce una plataforma educativa móvil enfocada a proveer servicios de apoyo a la investigación de campo de tipo cualitativa, así como se demuestra la utilidad de dicha plataforma a través de tres casos de estudio.

José Martín Molina y David Romero nos presentan en su trabajo: "Ambiente de Aprendizaje Móvil basado en Micro-Aprendizaje", un modelo de micro-aprendizaje basado en una aplicación móvil fundamentada en el sistema de tarjetas de Leitner (*flashcards*) que busca proporcionar al aprendiente un mapa de navegación entre diversos recursos educativos con la finalidad de apoyar su proceso de auto-aprendizaje. Así como, la aplicación incluye un sistema de administración del conocimiento y recursos educativos para el instructor.

ISSN 1932-8540 © IEEE

La investigación de Maria Manuela Cruz-Cunha, M. G. A. D. Reis, Emanuel Peres, João Varajão, Maximino Bessa, Luís Magalhães, Luís Barbosa y João Barreira titulada: "Realidad Aumentada y Ubiquidad en la Educación", es una revisión del estado del arte de sistemas que combinan la realidad y la virtualidad de objetos en un ambiente interactivo y en tiempo real en apoyo a los entornos de aprendizaje electrónico y móvil. Los autores discuten el rol fundamental de las nuevas tecnologías de información en los procesos de enseñanza-aprendizaje y presentan un modelo interactivo y multimedia para dispositivos móviles utilizando la realidad aumentada para estimular el proceso de aprendizaje.

Finalmente, Arturo Molina y Violeta Chirino nos describen en su trabajo denominado: "Mejores Prácticas de Aprendizaje Móvil para el Desarrollo de Competencias en la Educación Superior", un estudio de herramientas educacionales para dar soporte al aprendizaje móvil y como dichas herramientas impactan en el desarrollo de competencias (conocimientos y habilidades) en el estudiante de nivel superior. Así mismo, el artículo presenta una rica colección de mejores prácticas para el desarrollo de nuevas competencias en el estudiante a través de estrategias de aprendizaje móvil, siendo estas basadas en la implementación de un proyecto de aprendizaje móvil a gran escala a nivel universitario.

Los Editores Invitados esperamos que esta Edición Especial de IEEE-RITA sobre: "Aprendizaje Móvil" sea relevante para la comunidad docente e investigativa en sus diversas disciplinas tanto tecnológicas como pedagógicas y que permita ampliar el conocimiento existente sobre conceptos, modelos, metodologías y tecnológicas orientadas al soporte del aprendizaje móvil.

Por último, quisiéramos agradecer a los autores y revisores por sus contribuciones a este proyecto, así como al Editor-en-Jefe de IEEE-RITA: Martín Llamas Nistal, por el espacio que nos brinda para la publicación de esta colección de artículos de primer nivel sobre aprendizaje móvil.

David Romero, Arturo Molina, Violeta Chirino
Tecnológico de Monterrey, México

David C. Romero Díaz. Ha sido investigador-consultor senior en diversos proyectos de investigación y desarrollo, así como en programas de consultoría a nivel nacional e internacional relacionados con la administración del conocimiento, la tecnología y la innovación, ingeniería para la integración de empresas, clusters virtuales industriales y redes colaborativas de empresas (incluyendo organizaciones virtuales y comunidades virtuales de profesionales). Actualmente es administrador científico de proyectos estratégicos para el Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.

Arturo Molina Gutiérrez. Director General del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, desde donde ha dirigido la primera estrategia de aprendizaje móvil en México. El Dr. Molina recibió su primer Doctorado en Mecánica de la Universidad Técnica de Budapest, Hungría, así como su segundo Doctorado en Sistemas de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Loughborough, Inglaterra. El Dr. Molina es miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México y de la Academia Mexicana de Ciencias. A nivel internacional es miembro del Comité Técnico IFAC WG5.3 Enterprise Integration & Networking y miembro del IFIP WG5.5 on Cooperation Infrastructure for Virtual Enterprise & Electronic Business y del WG5.12 Working Group on Enterprise Integration Architectures.

Violeta Chirino Barceló. Investigadora y consultora en administración del conocimiento, desarrollo de competencias y tecnología educativa, con Doctorado en Innovación y Tecnología Educativa. Ha colaborado con la Fundación Ford la Secretaría de la Función Pública, SAGARPA e INCA Rural en México; FAO y Banco Mundial. Ha participado en congresos internacionales y tiene publicaciones en los temas mencionados. En el Tecnológico de Monterrey, ha sido profesora en pre- y posgrado. Diseñó un Programa de Alto Rendimiento Académico para pregrado; y es co-autora de una NT Institucional en Administración de Procesos de Aprendizaje; fue Directora de Desarrollo Académico del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, así como diseñó y coordinó la implantación de un Modelo de Aprendizaje Móvil en esta institución; co-autora de un software para la administración del conocimiento y de una Norma Técnica Institucional en Administración del Aprendizaje.

Prototipos de *Mobile Open Education:* Una breve selección de Casos

Hugo Pardo Kuklinski, Mara Balestrini

Title—**Prototypes of *Mobile Open Education:* A Brief Selection of Case Studies.**

Abstract—**This article explores a selection of platforms and applications of open education and open education through mobile devices. The quoted examples describe the change from closed, one to many format products towards open platforms where the metastructure focuses on the conformation of a net and prioritizes openness. This work emphasizes in the belief that the key aspects of distributed formats lie in the understanding of the organizational processes that characterize the open platforms and not in the evaluation of its content. As a second point, it analyzes the CampusMovil.net project. Finally, the article proposes three lines of further research**

Index Terms—**CampusMovil.net, mobile open education, mobile Web 2.0**

I. Introducción

EN una primera fase de la Web (1991-2004), se llamó Open Education (educación abierta) a aquellas iniciativas que ponían a disposición de los usuarios contenidos educativos de manera gratuita y abierta en plataformas vía Web diseñadas a tal efecto. Se trataba de plataformas bajo el modelo de uno a muchos, en las cuales las instituciones publicaban y difundían sus contenidos y los usuarios los consumían. Con la consolidación de la Web 2.0 a comienzos de la primera década del siglo XXI, el concepto de educación abierta se ha expandido dando surgimiento a plataformas en las cuales cualquier usuario, sin limitaciones de pertenencia institucional, puede subir contenidos a la Red. Estas dinámicas potencian los procesos de colaboración, dado el mayor aporte comunitario y la flexibilidad para integrar módulos sin depender de estrategias institucionales cerradas. Es posible distinguir tres tipos de plataformas colaborativas dedicadas a la educación abierta universitaria, divididas en dos tipos de recursos, según su modelo de integración y distribución de contenidos [1].

A. Recursos educativos universitarios difundidos por Internet bajo acceso libre y un modelo uno a muchos y up-down (de arriba hacia abajo), sin interacción real con los usuarios o entre los propios productores. Los públicos se limitan a descargar los contenidos para utilizarlos según sus necesidades de aprendizaje. Las denominamos plataformas de exploración, en base a la categorización de Nambisan (2009) [2];

B. Recursos educativos universitarios de acceso libre y de producción y distribución *bottom-up* (de abajo hacia arriba). Las denominamos plataformas de experimentación y ejecución, en base a Nambisan (2009) [2]. A diferencia de los recursos de exploración, su metaestructura hace foco en la conformación de la red, prioriza la apertura de la plataforma y no sus contenidos. Favorece iniciativas de educación abierta más complejas y colaborativas. Sus administradores gestionan la interacción y mantienen la plataforma para que la comunicación entre los nodos sea fluida. Estos recursos dan mayor libertad de acción ya que no se construyen barreras para la administración de los contenidos, como si lo hacen las plataformas de tipo A. Esta nueva fase de la educación abierta, en 2010 aún en estadio incipiente, posibilita mayores procesos de inteligencia colectiva y de emergencia.

Si bien ambas categorías de iniciativas constituyen valiosos recursos de educación abierta, las ofertas del tipo A fueron diseñadas como canales unidireccionales para transportar los contenidos generados en la academia de forma rápida y económica a un público masivo fuera de la institución. Los nuevos formatos van un paso más allá en tanto su arquitectura posibilita la conformación de una constelación de iguales, más que de grandes nodos que dirigen la comunicación de uno a muchos. En OpenCourseWare, por ejemplo, los alumnos carecen de la posibilidad de saber si otras personas se encuentran estudiando lo mismo que ellos. Esto imposibilita que surjan formas de trabajo colaborativo, que los estudiantes intercambien o planteen dinámicas horizontales de colaboración y aprendizaje en red. En cambio, en el proyecto PeertoPeer University (P2PU), una plataforma de experimentación y ejecución, un administrador/organizador inicia la discusión para que los usuarios interactúen y puedan resolver problemáticas de manera conjunta. Al conocer a sus pares, los usuarios podrían emprender un trabajo colaborativo basado en la retroalimentación instantánea y recíproca.
La idea central del proyecto P2PU es facilitar la interacción de los usuarios en red alrededor de cursos abiertos. Una filosofía similar es la que presenta la plataforma University of the

H. Pardo, Laboratori de Mitjans Interactius, Universitat de Barcelona (e-mail: hugo.pardo@lmi.ub.es).
Mara Balestrini, Universitat Pompeu Fabra (e-mail: mara.balestrini @campusmovil.net
DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

People (UoPeople), donde la interacción entre los usuarios es prioritaria al punto que ellos mismos pueden evaluarse entre pares, guiar los procesos de aprendizaje en conjunto, compartir recursos e intercambiar ideas acerca de las preguntas asignadas. Se trata de un modelo *peer-to-peer*, o de redes de pares, donde los nodos presentan igual relevancia.

Los recursos educativos universitarios abiertos categorizados en B rompen de manera simultánea dos pilares de la cultura organizacional universitaria: (1) la exclusividad para sus alumnos de los contenidos que se producen y ofrecen; (2) la administración y el control centralizado del proceso educativo y la relación inflexible entre docentes y alumnos según las taxonomías que diseña la institución y sus cuerpos académicos.

El primer pilar ya fue superado con la oferta de contenidos unidireccionales de la primera fase de la *educación abierta*. Pero la incipiente rotura del modelo centralizado de las universidades democratiza la figura de los intérpretes (http://revminds.seedmagazine.com/revminds/members/group/the_interpreters), actores que cumplen un rol clave en el aprendizaje informal como interfaz entre el mundo científico y de las ideas, los usuarios del sistema educativo y la sociedad. Estos conectores y sintetizadores trabajan en ambos tipos de plataformas, pero cumplen un rol esencial en las plataformas de experimentación y ejecución con recursos educativos abiertos y *bottom-up*. Las redes de intérpretes proporcionan un escenario más amplio de ideas que las que ofrecen los cuerpos académicos institucionales y atraviesan su membrana ampliando las fronteras de las organizaciones abiertas a esta filosofía de trabajo. Asimismo, al romper redes endogámicas, las plataformas abiertas de aprendizaje fomentan la meritocracia y la competitividad; ya que actores externos a la estructura institucional las utilizan para poder ingresar en el sistema, lo cual hace que los miembros internos deban actuar con mayor eficacia.

Del vasto conjunto de recursos educativos universitarios de tipo B disponibles en la Web, hemos realizado una breve selección que destaca algunas de sus características más relevantes:

- **PeertoPeerUniversity**. P2PU pone a disposición de los usuarios cursos de seis semanas de duración con horarios preestablecidos sobre contenidos universitarios. Cada curso tiene un cupo máximo de 14 alumnos y es organizado por un administrador/ voluntario que gestiona el programa, los materiales y la programación. Su objetivo es convertirse en una plataforma a través de la cual cualquier usuario pueda diseñar y gestionar cursos. URL: http://p2pu.org
- **Academia.edu.** Se trata de una base de datos colaborativa sobre investigadores, departamentos y áreas de interés diseñada con estructura de árbol. Se plantea como objetivo que los investigadores puedan encontrar personas con sus mismos intereses científicos y conocer los últimos trabajos en un campo específico. Como en una red social, los usuarios pueden desarrollar una página propia con el perfil de investigación y así obtener mayor visibilidad en la comunidad científica. URL: http://www.academia.edu
- **iCamp.** Es un proyecto de I+D financiado por la Unión Europea con el objetivo de crear una infraestructura de colaboración en red en el ecosistema europeo de la educación superior. Se basa en el aprendizaje autoorganizado y el rol mediador de los profesores. URL: http://www.icamp.eu
- **Edufire.** Una plataforma de vídeos educativos en directo que permite a quien lo desee convertirse en un tutor de una amplia categoría de áreas de conocimiento. Cada tutor puede crearse un perfil con su biografía, su área y las horas en las que enseña. Puede cobrar por sus clases u ofrecerlas de manera gratuita. A través de un sistema de votación, la comunidad puede identificar y puntuar a los miembros que considere más calificados. URL: http://edufire.com
- **Public Knowledge Project.** Es un proyecto iniciado por la University of British Columbia hace más de una década y está destinado a mejorar los canales de distribución de la investigación y buscar formas alternativas de comunicación científica a través de las TIC. URL: http://pkp.sfu.ca
- **OER Commons.** Comunidad de recursos educativos abiertos para todos los niveles de la educación formal, creada en sociedad con más de 120 proveedores de contenidos y más de 24.000 recursos accesibles. URL: http://www.oercommons.org
- **Innovations report.** Autodefinido como un foro para la ciencia, la industria y los negocios, es un espacio colaborativo a nivel europeo con más de 13.000 informes, investigaciones científicas, conferencias, proyectos competitivos y premios. URL: http://www.innovations-report.com
- **ResearchGate.** Una red social hecha por científicos para científicos, diseñada bajo el concepto de ciencia 2.0. Fomenta la cooperación horizontal entre los profesionales, la industria y el mundo académico. URL: https://www.researchgate.net
- **Public Library of Science / PLOS.** Se trata de una organización sin fines de lucro de científicos creada con el objetivo de propiciar la literatura científica de acceso abierto y gratuito. URL: http://www.plos.org
- **SciVee.** Una plataforma del tipo YouTube para investigación científica creada por dos investigadores de la UC San Diego y la UC Davis. Sus creadores consideran que los contenidos multimedia serán pronto parte destacada de la comunicación científica y trabajan en esa dirección. URL: http://www.scivee.tv
- **Siyavula**. Es una plataforma web abierta creada por docentes africanos y pensada para compartir y crear de forma colaborativa material pedagógico. Los usuarios motivan la descarga de sus contenidos, la retroalimentación y la modificación de esas

interacciones para que cada uno pueda adecuarlos a las necesidades de la comunidad en la cual trabaja. Todo el contenido es de licencia abierta y está sujeto a un sistema de votación. URL: http://siyavula.org.za

II. Educación abierta + m-learning: Una fase superadora hacia el aprendizaje ubicuo

En el marco de paradigmas como el de educación expandida[1] y conectivismo URL: http://www.connectivism.ca, la masificación de los dispositivos móviles con conectividad a la Red junto a la computación en la nube han propiciado el escenario para un proceso de expansión de la educación abierta hacia el ecosistema móvil. El *Mobile Learning* (m-learning) define prácticas que hacen provecho de los dispositivos móviles y de las tecnologías inalámbricas de transferencia de datos para favorecer y extender el alcance de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre las tecnologías utilizadas para tal fin se incluyen teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, PDAs, reproductores de MP3/MP4, consolas de videojuego portátiles, Ultramobile PCs (UMPCs), netbooks y lectores de libros electrónicos. Las acciones de educación abierta en dispositivos móviles aprovechan la ubicuidad que propicia el uso de estos dispositivos en red para promover la educación en cualquier lugar y momento, dentro y fuera de los espacios educativos tradicionales. Se trata de terminales cuya potencia técnica, facilidad de uso y portabilidad permiten usos múltiples afines a las distintas iniciativas de educación formal e informal. El m-learning es dinámico y colaborativo pero también individual, opera en tiempo real, es integral (por la convergencia de formatos e interactividad) y promueve la creación de comunidades de aprendizaje [3].

Por otra parte, la evolución de las tecnologías web y del *software* impulsará la adopción de aplicaciones de navegación abiertas para dispositivos móviles, lo cual convierte a los terminales en canales óptimos para la experiencia de m-learning. Los sensores de movimiento integrados, facilidades de producción y reproducción de contenidos multimedia de calidad, cámara de foto y vídeo, sistemas de geolocalización, conectividad y realidad aumentada abren camino hacia nuevas formas de interacción educativa. Se prevé que gracias a las tecnologías de geolocalización integradas a los dispositivos móviles, los servicios de m-learning se adaptarán a las necesidades específicas de los usuarios, sus localizaciones y preferencias [4]. De esta manera, se evolucionará hacia contenidos y formatos pedagógicos especializados y personalizados. En el mismo sentido, las plataformas de Mobile Web 2.0 [5] están en condiciones de liderar los servicios basados en la ubicación, dado que estos son distintivos de los dispositivos móviles. La ubicuidad de estos dispositivos contribuye a administrar información desde cualquier situación geográfica y la arquitectura de la participación puede aportar productividad en forma significativa en términos de necesidades basadas en el contexto.

[1] El concepto fue discutido en 2009 durante el simposio ZEMOS98 (Sevilla, España). Las presentaciones estuvieron orientadas a la redefinición de los esquemas de enseñanza para adecuarlos a una nueva valoración de la curiosidad y a rediseñar el rol de los docentes como orientadores para generar nuevas preguntas en el entorno de conocimiento en el que los jóvenes se desenvuelven gracias a la web 2.0, por fuera del aula y en cualquier momento. En esa ocasión, Jesús Martín Barbero presentó su Propuesta para Educación Expandida: "Contar y Contarse para ejercer la ciudadanía". URL: http://www.zemos98.org/simposio/spip.php?article81

III. Prototipos de mobile open education: (Educación abierta vía dispositivos móviles)

En la actualidad, el término m-learning designa una zona gris en la cual se mezclan aplicaciones educativas pensadas para móviles, experiencias que utilizan estos dispositivos para potenciar procesos de aprendizaje y plataformas web educativas que se adaptan al consumo vía móviles. También se denomina m-learning a los recursos y experiencias creadas por docentes para incluir el uso de dispositivos móviles en el trabajo dentro y fuera de clase a través de ejercicios específicos que utilizan SMS y MMS.

A los efectos de acotar el objeto de estudio, quedan excluidos de este trabajo: (1) las redes sociales que nacieron *desktop*, es decir, para consumo desde ordenadores de escritorio y luego se adaptaron al ecosistema *mobile*; (2) las plataformas como Moodle o Blackboard, que encuentran su correlato móvil en Mobile Moodle - URL: http://www.mobilemoodle.org/momo18/ - y Blackboard Mobile Learn - URL: http://www.blackboard.com/Mobile/Overview.aspx; (3) las aplicaciones uno a muchos como iTunes U - URL: http://www.apple.com/education/itunes-u/ o las TED Conferences - URL: http://www.ted.com/;
(4) las plataformas para aprender idiomas (como el Michael Thomas Method - URL: http://www.michelthomasapp.com/);
(5) las plataformas que comercializan paquetes de soluciones de m-learning como GoKnow - URL: http://goknow.com WildKey - URL: http://www.wildkey.co.uk, MyLearning author - URL: http://www.m-learning.org/m-learning-solutions/mobile-content-authoring y MindWorksMultimedia - URL: http://www.mwmm.com

La selección presentada a continuación es el resultado de un breve relevamiento que destaca iniciativas y aplicaciones de m-learning que existen en el mercado y se autodenominan de esa manera. Se excluye de este trabajo un estudio de usabilidad de las mismas, así como las mediciones de consumo y el análisis del diseño de interfaz, tareas pendientes para una segunda parte de esta investigación. Por otro lado, se realiza una distinción taxonómica entre iniciativas de m-learning y aplicaciones específicas. El primer término designa proyectos o plataformas que ponen en juego aplicaciones, recursos, programas pedagógicos y procesos de gestión, ejecución y evaluación de una iniciativa de m-learning. El segundo hace referencia a herramientas específicas -software- que permiten crear o difundir contenidos educativos e interconectar a los usuarios.

A. *Iniciativas de m-learning*

Learning2Go. Se posiciona como una de las plataformas colaborativas de m-learning más grandes del Reino Unido.

La iniciativa, co-coordinada por el e-Services team de Wolverhampton City Council, busca crear soluciones móviles para llegar a los escolares fuera del aula. La fase uno del proyecto comenzó en 2003 con la utilización de 120 dispositivos conectados en cuatro escuelas. Durante la fase dos, en 2005, se sumaron más de mil alumnos y sus docentes de 18 escuelas. En 2008 se agregaron 1500 terminales más. A través del sistema los alumnos de las escuelas primarias asociadas realizan comparten todo tipo de contenidos e informaciones. URL: http://www.learning2go.org/

ConnectED. Abilene Christian University, Texas. ACU lanzó su programa ConnectED mobile learning en 2008 y actualmente corre en dispositivos de Apple como el iPhone y el iPod touch. La iniciativa, que funciona como una red social, busca motivar a los alumnos y sus docentes para que investiguen y estudian de manera colaborativa a través del uso de las tecnologías móviles. Entre los objetivos también se encuentra el de incrementar las interconexiones recíprocas entre los miembros de la universidad y aquellos de otras instituciones. URL: http://www.acu.edu/technology/mobilelearning/

Mobile Learning Technology Education Project. St. Mary's City School, Ohio. Se trata de un proyecto escolar para motivar los procesos de aprendizaje adentro y fuera de la escuela. Alumnos y docentes de la institución reciben un teléfono inteligente y participan de una serie de ejercicios individuales y grupales a través de los terminales. Los docentes reciben asesoramiento para confeccionar actividades de acuerdo a la asignatura que enseñan y los intereses de sus alumnos. Otra iniciativa similar es The Mobile Learning Environment en escuelas de Texas. URL: http://www.smriders.net/Mobile_Learning/ y http://www.educause.edu/Resources/MobileLearningEnvironmentShowc/195959

MoLeNet. Mobile Learning Network es una plataforma de enfoque colaborativo que busca motivar, expandir y promover el aprendizaje en entornos móviles, en el sector de aprendizaje superior británico. La colaboración a nivel nacional involucra a las instituciones inscriptas en el programa y al Learning and Skill Council (LSC). El programa que lleva a cabo MoLeNET incluye asesoramiento, apoyo técnico y pedagógico; desarrollo de recursos, perfeccionamiento profesional continuo, tutorías, herramientas de investigación y evaluación. URL: http://www.molenet.org.uk

Mobile Learning EOI, Escuela de Organización Industrial, Madrid. El proyecto introduce los dispositivos 3G como herramienta de aprendizaje en red. A través de los móviles HTC, con sistema operativo Android, los alumnos de la Escuela de Organización Industrial del curso 2009-2010 expanden su experiencia educativa. URL: http://www.eoi.es/blogs/mlearning/

Proyecto K-Nect. Es una iniciativa llevada a cabo en el estado de Carolina del Norte (EE.UU) para que alumnos en situación de riesgo puedan aprender matemáticas a través de sus dispositivos móviles. La comunidad involucrada recibió teléfonos inteligentes y asistencia en la creación y solución de contenidos didácticos multimedia. URL: http://www.projectknect.org/Project%20K-Nect/Home.html

B. Aplicaciones para m-learning

Create-A-Scape. Se trata de una plataforma creada por FutureLab que provee recursos para la creación por parte de docentes y alumnos de experiencias educativas digitales. Utilizando dispositivos móviles con capacidad de registro de vídeo y audio, los usuarios son motivados a crear paisajes sonoros y visuales de localizaciones específicas para luego compartirlos en línea. URL: http://www.createascape.org.uk

Mobile Technology Education. Permite a educadores y estudiantes crear material educativo, gestionarlo, publicarlo y distribuirlo entre grupos o a la audiencia en general exclusivamente en el ecosistema *mobile*. La plataforma propone cuentas gratuitas así como también “premium” a través de las cuales es posible crear guías de estudio, recursos multimedia y cuestionarios destinados a apoyar cursos formales. Además, estos contenidos pueden descargarse a una aplicación de escritorio y compartirse a través de redes sociales. Orientada al sector escolar. URL: http://www.mobl21.com

Molly Project. Es una iniciativa abierta y gratuita, registrada bajo licencia Academic Free License v3.0. Se trata de una plataforma web para móviles pensada para que usuarios del mundo académico puedan buscar contactos, acceder a podcast (archivos multimedia, en general de audio o vídeo) de las universidades y a sus bibliotecas, conocer mapas de los campi, noticias y eventos. Además, se integra fácilmente con otras plataformas de m-learning como Moodle. URL: http://mollyproject.org/

Aplicaciones para iPhone y Android de la Universidad de Navarra. Es una aplicación descargable y gratuita que busca mantener a los miembros de la institución conectados y actualizados. Ofrece noticias, agenda, vídeos y podcasts del centro académico. La aplicación permite acceder a gran parte de los contenidos informativos publicados en www.unav.es y se compone de dos secciones: noticias y multimedia. La Universidad de Indiana tiene una propuesta similar. URL: http://www.unav.es/aplicacion-para-iphone-android-universidad-navarra/default.html y https://m.iu.edu/miu-prd/about/index.shtml

OOKL. Es una innovadora plataforma abierta y gratuita de m-learning que permite a los usuarios explorar el entorno que los rodea, crear memorias personales y colaborar online para crear y compartir historias multimedia. En Inglaterra, ha sido utilizada de forma satisfactoria por distintas instituciones como escuelas, museos y galerías de arte. URL: http://ookl.org.uk/web/index.php

Hotseat. Es una aplicación creada por Purdue University, a través de la cual los alumnos pueden realizar, votar y compartir preguntas para que sean resueltas durante la clase. Funciona como una red social que facilita el desarrollo de micro-discusiones en línea y a toda hora. Está pensada para que la retroalimentación entre alumnos y docentes sea

instantánea y estos últimos puedan adecuar las clases sobre la base de las dudas de los primeros. Es posible postear dudas en la aplicación a través de cuentas de Facebook y Twitter, enviando SMS o desde el correlato *desktop* de Hotseat. URL: http://www.itap.purdue.edu/tlt/hotseat

IV. CampusMovil.net. Un modelo de aplicación Mobile Web 2.0 hacia la educación abierta

Los autores de este trabajo formamos parte del proyecto CampusMovil.net[2] - URL: http://www.campusmovil.net/blog y consideramos relevante hacer énfasis en esta plataforma, al reunir las condiciones que se describen en 3.1. CampusMovil.net es un proyecto nacido en 2009 y consiste en una plataforma social vía dispositivos móviles para la comunidad universitaria iberoamericana, con acceso a través de la cuenta de correo electrónico asignada por la universidad a sus miembros. Se trata de un campus virtual no-oficial con eje en el uso en dispositivos móviles. A diferencia de otras aplicaciones que se ofrecen desde la redundancia en la oferta de servicios, CampusMovil.net aspira a cubrir necesidades no resueltas por parte de la comunidad universitaria iberoamericana relacionadas con la falta de un servicio ubicuo y con acceso a Internet para múltiples funciones de uso diferencial al que se produce desde los ordenadores personales dentro del campus y en las propias aulas. Se trata de un tipo de aplicación pensada para el consumo sobre dispositivos móviles, con complementariedad en usos de escritorio, y no a la inversa, como la mayoría de redes sociales conocidas. Además, a diferencia de otras aplicaciones para dispositivos móviles de uso universitario, CampusMovil.net es una red social de acceso abierto y gratuito de la que puede formar parte cualquier miembro de la comunidad universitaria, que explota la geolocalización y otras virtudes de los dispositivos móviles.

CampusMovil.net basa su desarrollo en tres carencias existentes en el ecosistema universitario:

a) captar el punto de inspiración en el entorno académico;
b) aprovechar el tiempo sin disponibilidad de computación (transporte público, tiempo entre clase y clase, bibliotecas, espacios públicos fuera del campus) para seguir interactuando con la comunidad universitaria, tanto a nivel de servicios, geolocalización, como de gestión del conocimiento con usos académicos;
c) hacer realidad el discurso de la educación expandida, ofreciendo un campus virtual móvil que, a diferencia de los campi virtuales tradicionales sin diálogo intrauniversitario, sea abierto a toda la comunidad.

[2] CampusMovil.net ha sido una de las 12 empresas seleccionadas para el elevator pitch de la Mobile Premier Awards 2010, Barcelona Nominations/ Premiado en la categoría EUROPRIX Quality Seal del prestigioso EUROPRIX Multimedia Awards 2009. Dicho sello de calidad fue otorgado solamente a 69 proyectos entre los 333 participantes de 31 países europeos/ Tercer seleccionado (entre 157 proyectos europeos) en la votación en línea de la Startup 2.0 Competition 2009 / Finalistas en el Premi Emprenedors 2009 de Caixa Manresa (España) / Seleccionado como uno de los 20 mejores proyectos de I+D en Catalunya en 2008 en el 8è Concurs d'Idees de Negoci del CIDEM de la Generalitat de Catalunya.

Cinco son los conceptos de uso que rodean a dicha plataforma:

Concepto 1. *Sociedad con las universidades*. Gracias a distintos tipos de acuerdos con las universidades, los usuarios pueden acceder a través de la plataforma a noticias de última hora y tablón de anuncios breves; ausencia de profesores; notificación de demora en la entrega de trabajos; información sobre exámenes; agenda de eventos on-campus y off-campus, basados en la proximidad; notas; respuestas breves a solicitudes de alumnos, tipo FAQ's; servicios de audio, texto y video sobre actividades académicas; servicios para novatos; alertas generales; alertas por problemas de seguridad.

Concepto 2. *Exclusividad, identidad transparente y perfiles reales de los usuarios*; mini-aplicaciones; acceso gratuito a la red mediante el correo electrónico que la universidad otorga a sus miembros; utilización de etiquetas para relacionar subcomunidades; diseño de mini aplicaciones para solventar intereses específicos de la comunidad universitaria. Desarrollo de tres mini aplicaciones: 1) Programa Mentor/Erasmus vía móvil; 2) noticias deportivas de último momento de la comunidad universitaria y 3) un espacio de intercambio (tipo mercadillo) con productos de segunda mano y servicios intercambiables de y para estudiantes universitarios, gestionado a través de la propia aplicación en forma gratuita.

Concepto 3. *Voz igual a valor*. La plataforma busca promover el uso de podcasts y videocasts en la relación docente-alumno. En la actualidad, la tecnología 3G en los dispositivos móviles no es capaz de transmitir contenidos multimedia de alta calidad, pero sí de promover un servicio de podcast estilo iTunes U. CampusMovil.net persigue el objetivo de ayudar a las facultades a crear un espacio similar y facilitarles la producción de contenidos mediante una plataforma común y un patrón de desarrollo.

Concepto 4. *Textos cortos en movilidad*. Promover la lectura y producción de textos cortos en situaciones de movilidad, ya sea a nivel de apuntes, de agenda o de microblogging. Se trata de aprovechar el excedente cognitivo (Shirky, 2010) [6] que deriva de la creación de contenidos en momentos de ocio o transición.

Concepto 5. *Producción y recuperación de retazos de información*. Propuesta de servicios y contenidos; ideas surgidas en la clase; data que surge en la interacción en espacios públicos sin acceso a ordenadores; frases relevantes de los profesores en clase; ayuda-memoria en reuniones de investigación; todo tipo de retazos de información que puedan ser útiles para recuperar posteriormente.

A través de los conceptos clave enunciados CampusMovil.net se convierte en una plataforma abierta que habilita primordialmente la interacción horizontal entre los usuarios, quienes a su vez pueden crear comunidades de pertenencia con otros que quizás no estudien en la misma facultad. Esto dinamiza las relaciones entre pares y permite la conformación de grupos sobre la base de intereses académicos comunes. Lo descrito no sucede en la mayoría de las aplicaciones del tipo ni el los campi virtuales donde

los usuarios son indexados en categorías predefinidas por la universidad o los administradores, limitando así la participación y creación voluntaria de grupos de iguales.

En su primera fase (2009/2010), el proyecto tuvo como objetivo primordial desarrollar un tipo de plataforma inexistente en el ecosistema académico español e iberoamericano, que funcionara como un complemento del campus virtual tradicional. Una vez cumplimentada esa primera fase, el proyecto se ha fijado nuevos objetivos para el período 2010/2011, tendientes a convertir la aplicación en una plataforma de *mobile open education*. De esta manera, el objetivo es lograr una complementación con los campi tradicionales cerrados y sin interacción entre diferentes universidades. Por esta razón, se prevé la incorporación de herramientas que permitan crear, compartir y modificar contenidos educativos multimedia sin distinción de instituciones y pensadas desde y para el consumo en dispositivos móviles. También la incorporación de mini-aplicaciones que exploten el uso de los sistemas de geolocalización, para lograr que el usuario acceda a retazos de información personalizados según su ubicación específica.

A. Software Utilizado

El proyecto CampusMovil.net se desarrolla con la siguiente tecnología: Sistema Operativo Linux / Gestor de Base de Datos MySQL 4.2 / Servidor Web Apache y Páginas dinámicas PHP. Los diferenciales tecnológicos de PHP son: eficiencia en el rendimiento, posibilidad en todos los sistemas operativos, millones de peticiones al día con un servidor estándar y gratuidad de uso, con librerias incluídas. PHP fue diseñado para trabajar sobre la Web. Por esto incluye un conjunto muy amplio de funciones específicas para ese entorno. Desde el segundo semestre de 2010 se prevé el uso de Simfony, un Framework PHP que facilita el trabajo de equipos en paralelo. Para 2011, está previsto diseñar mini-aplicaciones complementarias utilizando lenguajes compatibles con PHP como C++, Java, Pyton y Ruby on Rails.

B. Pros y Contras a Tener en Cuenta para el Éxito del Proyecto.

Una de las principales ventajas consideradas en el proyecto es la oportunidad de lanzar una aplicación mobile Web 2.0 iberoamericana antes de que el mercado de consumo madure y estar así preparados en primer lugar para afrontar dicha fase. Por otra parte, también son ventajas de posicionamiento la escasa densidad de aplicaciones Web 2.0 diseñadas para el mercado hispano-hablante y la ausencia de aplicaciones mobile Web 2.0 en dicho entorno.

Sin embargo, la debilidad principal del proyecto es la actual carencia de recursos financieros estables para la fase posterior al lanzamiento de la aplicación, o sea para el período que comienza en septiembre de 2010, lo cual impide hacer modificaciones a la plataforma en tiempo y forma a posteriori de los estudios de usablidad y consumo pertinentes. Es necesaria la obtención de recursos para solventar con liquidez y posibilidades de expansión los dos años posteriores a su lanzamiento. Otro inconveniente es que la mobile Internet es -en Iberoamérica 2010- un ecosistema en formación y con dificultades, debido al alto coste de la conectividad para los usuarios, la falta de transparencia tarifaria y la carencia de un hábito de consumo, entre otros factores. Debido a los actuales costes de los dispositivos y de la conectividad a la red, los jóvenes es uno de los grupos que se integra más lentamente al mercado.

V. Futuras Líneas de Investigación

Como se describe en el trabajo, el campo de la *mobile open education* está en franca evolución y es aún muy incipiente, si lo comparamos con las plataformas de educación abierta vía Web y en formato desktop. Las taxonomías que se han descrito en este artículo no son figuras cerradas o exclusivas ya que muchas plataformas son transicionales o se encuentran en procesos de expansión que en gran medida modificarán sus cualidades. En tal sentido, creemos que existe mucho margen de trabajo para expandir la investigación en esta área de conocimiento, por lo cual proponemos tres acciones a seguir:

- Estudios de usabilidad de plataformas y aplicaciones de *mobile open education*, a los efectos de analizar la productividad de las mismas en los procesos educativos formales e informales. Uno de los próximos objetivos del equipo de CampusMovil.net es realizar un estudio de evaluación de uso y productividad de la plataforma partiendo de tres ejes de análisis [7]: un primer nivel de usabilidad de la plataforma (tanto en sus versiones *desktop* y *mobile*); un segundo nivel basado en la experienca de aprendizaje y su productivdad; y un tercer nivel basado en la integración con el contexto organizacional y educacional previo a la utilización de la plataforma.
- Mediciones de consumo, diferenciando porcentajes de uso en el aula, en los tiempos donde educadores y educandos permanecen fuera del aula pero dentro de la institución o fuera de la institución. Todo esto, basado en una pregunta central: ¿Ha habido un aprendizaje diferenciado por el uso de los dispositivos móviles? [7].
- Tendencias de desarrollo *mobile open education* a nivel de metaestructura y consumo, diseñando cuadros comparativos de dichas plataformas y/o aplicaciones, agrupando las 1) de formato mobile Web y cerradas a nivel de acceso y consumo; 2) de múltiples formatos y abiertas a nivel de acceso y consumo; 3) diseñadas para dispositivos específicos y distribuidas a través de aplicaciones distribuidas en las tiendas de aplicaciones de los fabricantes como AppStore (Apple), Android Market (Google), AppWord (RIM) u otras.

REFERENCIAS

[1] H. Pardo Kuklinski, Geekonomía, un radar para producir en el posdigitalismo. Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona, 2010. p: 137.

[2] S. Nambisan, Platforms for Collaboration. Stanford Social Innovation Review, summer 2009. www.ssireview.org/images/articles/2009SU_Feature_Nambisan.pdf

[3] C. H. Leung, Y. Y. Chan. Mobile Learning: A New Paradigm in Electronic Learning". Faculty of Education, Faculty of Education, The Chinese University of Hong Kong, 2003. Disponible en http://www.te.ugm.ac.id/~widyawan/mobilearn/MobilearnParadigm.pdf

[4] D. Dochev, I. Hristov (Institute of Information Technologies, Sofia) "Mobile Learning Applications. Ubiquitous Characteristics and Technological Solutions". Cybernetics and information technologies, Volume 6, No 3, Sofia, 2006. Disponible en www.cit.iit.bas.bg/CIT_06_en/v6-3/63-74.pdf

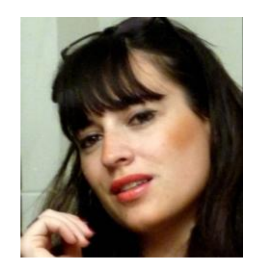
[5] H. Pardo Kuklinski (GRID-UVic), J. Brandt (HCI Group, Stanford University, USA), J.P. Puerta, (Craigslist.org, Inc. San Francisco, USA). "Mobile Web 2.0. Theoretical-technical framework and developing trends". International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM), Octubre, 2008. Disponible en http://online-journals.org/i-jim/issue/view/16. Infografía en http://hci.stanford.edu/jbrandt/hugo/infographic/MobileWeb2_English.pdf.

[6] C. Shirky. Cognitive Surplus. Creativity and generosity in a connected age. The Penguin Press. New York, 2010.

[7] G. Vavoula, M. Sharples, M. "Meeting the challenges in evaluating mobile learning: A 3-level evaluation framework". International Journal of Mobile and Blended Learning, 1(2), pp. 54-75, 2009.



Hugo Pardo Kuklinski (Buenos Aires, 1967) CEO y Fundador de CampusMovil.net. Doctor en Comunicación por la Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, España, 2005. Investigador del Laboratori de Mitjans Interactius (LMI), Universitat de Barcelona. Profesor Titular de la Universitat de Vic. Visiting Professor HCI Group, Stanford University. Autor de los libros "Geekonomía. Un radar para producir en el postdigitalismo". Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona, 2010, y "Planeta Web 2.0. Inteligencia colectiva o medios fast food", Grup de Recerca d'Interaccions Digitals, Universitat de Vic. Flacso México. Barcelona/ México DF, 2007. Coproduce digitalismo.com



Mara Balestrini (Córdoba, 1983). Licenciada en Comunicación Audiovisual por la universidad Blas Pascal, Córdoba. Argentina, 2008. Posgrado en Artes Mediales por la Universidad Nacional de Córdoba, Universidad de Chile y Universidad de caldas, 2009. En la actualidad cursa el Máster oficial en Sistemas Cognitivos y Medios Interactivos de la Universitat Pompeu Fabra, en Barcelona, España. Es Head of Campus Móvil Lab en Funky Mobile Ideas.

Proposta de um Modelo Blended Mobile Learning Orientado ao Contexto

Fernando Moreira, Maria João Ferreira, Sónia Rolland Sobral

Title—**A Blended Mobile Learning Model-Context Oriented.**

Abstract—**The steady increase in the number of mobile devices nowadays, particularly among younger people, leads to the emergence of new paradigms in several areas of activity including education. As an example of a new paradigm in the teaching/ learning we could refer the m-learning (mobile learning) that, just as technology, has continued and evolved into the Blended Mobile Learning (BML) model. In this paper we propose a model BML-oriented context that relies on the use of open source software, given the technical and economic constraints involving this type of model. The learning context, in general and the time and place of use, in particular, are compelling factors of the model, since these depend on the type of material provided to students.**

Index Terms—**Blended Mobile Learning, m-learning, contexto de aprendizagem.**

I. INTRODUCTION

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e Ensino Superior têm sofrido uma grande (r)evolução. No que concerne às TIC, por um lado, a cada seis meses surgem novas soluções quer na área da computação, quer na área das comunicações. Por outro lado, o crescimento do número de utilizadores móveis, segundo o ITU (International Telecommunication Union), aumenta exponencialmente, sendo em 2008 cerca de 4.1 biliões, "contra" 1.2 biliões em 2002 e, o número de dispositivos ligados à Internet e respectiva utilização cresceu entre 2000 e 2009, em cerca de 342% no mundo, 274.3% na Europa e perto de 79% em Portugal[1.]

O Ensino Superior por seu lado, com a adopção do Processo de Bolonha, onde a utilização de novas aproximações para o processo ensino/aprendizagem são hoje um imperativo, uma realidade [1], leva à procura, definição e consequente evolução de todo o sistema de ensino.

A conjugação do Ensino com as TIC em geral, e em particular com as tecnologias móveis, abre novos espaços de formação alargando, assim, as possibilidades de concretização, com uma maior probabilidade de sucesso da relação ensino/aprendizagem, onde o impacto positivo da sua utilização por parte dos estudantes é cada vez maior [2][3].

Ao longo dos tempos o ensino vem a sofrer uma evolução que vai desde a tradicional aula presencial, passando pelo ensino à distância (e_Learning), até à conjugação das duas formas Blended Learning (b_Learning). Neste contexto, e atendendo a experiências passadas [4][5], segundo F. Khaddage [6], a evolução do ensino e concretamente do processo ensino/aprendizagem nas instituições de ensino superior, é passar de um modelo b_Learning tradicional (i.e. conjugação da aprendizagem em sala com a aprendizagem a distância no sentido de preencher o vazio entre o modelo presencial e o modelo "tradicional" de ensino a distância, fornecendo um ambiente que combina as vantagens dos dois ambientes de aprendizagem. Como exemplo da sua utilização podemos evidenciar a possibilidade de o estudante poder rever o numero de vezes que pretender os conceitos teóricos da unidade curricular) para um modelo Blended Mobile Learning (BML) [6]. O modelo BML evidencia na sua concepção que o Mobile Leaning (m_Learning) não deve ser utilizado de forma autónoma devido as vários factores, nomeadamente limitações dos equipamentos e custos de utilização.

Nesta evolução do ensino é mandatório observar e analisar não apenas soluções encontradas para áreas de conhecimento específicas, mas também de uma forma mais alargada, isto é, encontrar a melhor forma de integrar essas mesmas soluções específicas em estratégias de ensino/aprendizagem que englobem as formas presenciais e à distância como devem estar inseridas num modelo BML. Assim, é necessário, por um lado, analisar se as soluções encontradas estão de acordo com os aspectos pedagógicos necessários a ter em consideração para uma formação [7][8] e, por outro, determinar qual o tipo de conteúdos e a forma como devem ser disponibilizados aos estudantes, isto é, identificar o contexto de aprendizagem [9].

Se observarmos a oferta de mercado podemos verificar a existência de uma grande variedade de aplicações destinadas a dispositivos móveis, que suportam o processo ensino/ aprendizagem em diversas áreas de saber, como a matemática, química, línguas estrangeiras, etc. [10][11].

Contudo, existem ainda muitas outras áreas, nomeadamente as Ciências da Computação em geral e a Programação em particular, área de estudo para o sistema proposto, onde a

F. Moreira, M. Ferreira e S. Rolland Sobral pertencem ao Departamento de Inovação, Ciência e Tecnologia da Universidade Portucalense, Rua António Bernardino de Almeida, 541-619, 4200-072 Porto, Portugal (email: fmoreira@upt.pt, mjoao@upt.pt, sonia@upt.pt).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

[1]Internet usage statistics: http://www.internetworldstats.com/stats.html, acedido em 15 de Maio de 2010.

existência de tais aplicações não é ainda muito comum. E porque a maior parte dos estudantes que frequentam hoje as instituições de ensino superior possuem dispositivos móveis (e.g., PDAs e Smartphones), é proposto um modelo de aprendizagem orientado ao contexto, utilizando dispositivos móveis. O modelo permitirá aos estudantes terem uma utilização mais flexível das ferramentas de aprendizagem, uma vez que as mesmas podem ser disponibilizadas em computadores de secretária, computadores portáteis e dispositivos móveis.

O artigo está organizado da seguinte forma. Na secção 2 é feita uma revisão do estado da arte no que concerne a ferramentas de suporte ao ensino para dispositivos móveis e definição de contexto de aprendizagem, na secção 3 é apresentado e detalhado o modelo proposto. Na secção 4 são descritas as ferramentas de suporte ao modelo. Na secção 5 é apresentada a metodologia de avaliação do modelo proposto e finalmente na secção 6 as considerações finais.

II. TRABALHO RELACIONADO

Pelo apresentado verifica-se que o processo ensino/ aprendizagem baseado num modelo BML, independentemente da área de conhecimento, leva, por um lado, à necessidade da existência de aplicações para dispositivos móveis e dispositivos fixos e, por outro, ao estudo do contexto de aprendizagem, i.e., quando? onde? e porquê? o estudante se propõe estudar com o suporte de um dispositivo móvel. No presente trabalho é objecto de estudo a área da programação pela escassez de modelos e ferramentas, e pela especificidade da área.

A. Ferramentas

As Unidades Curriculares (UCs) de um curso base de computação pela sua função propedêutica são, em termos de conteúdos, a componente basilar da formação dos estudantes e onde o apreendido influirá decisivamente na conclusão com sucesso desse mesmo curso [12]. Na literatura são encontradas múltiplas aproximações para superar dificuldades diagnosticadas do processo ensino/aprendizagem da programação e algoritmos [13][14][15]. Alguns autores propõem como actividade chave para aprender a programar, a criação de programas pelos próprios estudantes [16], enquanto outros defendem a motivação do estudante como um factor essencial [16]. Areias [17] sugere um acompanhamento individualizado dos estudantes, fornecendo meios alternativos ou complementares para a transmissão de conhecimentos.

Neste contexto e para dar resposta à problemática da algoritmia e programação, têm sido desenvolvidas, ao longo do tempo, diferentes ferramentas cujos enfoques variam desde linguagens de programação simples ou mini-linguages (MiniJava [18]), ambientes controlados de desenvolvimento (BlueJ [19], Micro-worlds, Karel the Robot [20]), teste de soluções (ELP [21]) até, animação/simulação de algoritmos ou programas (JELIOT [22], H-SICAS [23]). Ainda no âmbito das ferramentas como solução para o problema, Mendes [16] afirma que uma ferramenta para ser mais que um trabalho académico e se possa tornar utilizável deve ser simples, óbvia e intuitiva, portável e económica.

Das aproximações propostas destacamos a H-SICAS [23] pelo objectivo comum e proximidade ao modelo que propomos, i.e., melhoria do processo ensino/aprendizagem. Contudo, a H-SICAS apresenta três problemas específicos: (i) não é baseado na Web, (ii) serve apenas para os primeiros passos da aprendizagem da programação e (iii) não contempla o contexto na aprendizagem.

B. Contexto de aprendizagem

Contexto de aprendizagem [9] pode ser definido como "*any information that can be used to characterize the situation of learning entities that are considered relevant to the interaction between a learner and an application*".

A adequação das actividades de aprendizagem em m_Learning varia com as características dos estudantes e momento de utilização. Segundo Uday Bhaskar e Govindarajulu [9], o tipo de conteúdos, momento de disponibilização pelo professor e utilização pelo estudante estão directamente relacionados com (1) a actividade física (2) lugar e (3) hora do dia. No seu estudo os autores [9] demonstram que os estudantes que utilizam o m-Learning preferem conteúdos de áudio quando se encontram em movimento, vídeo e imagens quando estão estacionários e áudio e vídeo quando viajam. No que respeita à relação local/tipo de conteúdo, os estudantes preferem vídeo e imagem quando estão na sala de aulas, imagem e texto quando estão no laboratório, texto e imagens quando estão na biblioteca, texto, áudio e vídeo quando estão no campus e texto e áudio quando estão em locais públicos. O estudo demonstra ainda que a preferência do tipo de conteúdo pelos estudantes varia ao longo do dia, i.e., ao início e meio da manhã preferem texto, áudio e imagens, no final da manhã preferem texto, vídeo e imagens, durante a tarde preferem vídeo e imagens e à noite a tendência é para texto, áudio e vídeo. Com este conhecimento é possível a definição do tipo de conteúdos e momentos em que os mesmos devem ser disponibilizados. Uday Bhaskar e Govindarajulu [9] propõem um sistema em que os estudantes podem acompanhar actividades individuais ou colectivas em diferentes contextos. Neste sistema os estudantes utilizam dispositivos móveis com todas as suas capacidades de comunicação, navegação e utilização de ferramentas de áudio e vídeo, leitores de ficheiros pdf, etc.

III. PROPOSTO

Como discutido nas secções anteriores a utilização de um modelo BML no processo ensino/aprendizagem, por si só não é suficiente, uma vez que o mesmo não tem em consideração o problema do contexto. A fim de contribuir para a minimização do problema é proposto um modelo integrado, que permite a utilização de dispositivos móveis de acordo com as condicionantes que o contexto pode impor, nomeadamente condições técnicas (o acesso via wi-fi, Wireless Fidelity, é diferente do acesso 3G, relativamente à largura de banda disponível) e custos associados (efectuar download de

materiais utilizando a rede da instituição é muito diferente de realizar a mesma operação usando a rede de um operador de telecomunicações).

O modelo, como apresentado na Figura 1, assenta numa arquitectura baseada na Web e permite que o processo de aprendizagem possa realizar-se em diversas plataformas, i.e., computador pessoal, computador portátil e dispositivos móveis, disponibilizando os conteúdos adequados a cada uma das plataformas, no contexto apropriado e utilizando apenas software open-source. A divisão explícita em duas partes (Outside e Inside) deve-se às duas condicionantes enunciadas anteriormente – técnica e económica – associadas ao contexto de aprendizagem.

O modelo permitirá ao estudante uma maior eficiência no seu processo de aprendizagem, uma vez que os factores apresentados e descritos na secção II.B são considerados como fazendo parte integrante do modelo proposto. Assim, é assegurado que o estudante tem as condições para aceder aos conteúdos necessários num dado momento a um custo controlado.

A. Tipos de conteúdos de aprendizagem

Os conteúdos das UCs devem ser devidamente modelados e preparados pelos professores, responsáveis pelas mesmas, de forma a que, quando lidos (texto), visualizados (imagem/vídeo) ou ouvidos (áudio), o estudante não gaste mais do que 5 minutos com a actividade de aprendizagem.

Os conteúdos apresentados em formato de texto predominam sobre todos os restantes, uma vez que é neste formato que são indicadas aos estudantes as tarefas a realizar, nomeadamente, indicação de como os conceitos teóricos devem ser estudados, exemplos práticos, e enunciados de problemas a resolver. Os conteúdos de imagem/vídeo são assegurados por um conjunto de vídeos tutoriais, com duração inferior a 5 minutos (por exemplo, para uma UC de programação que utilize a linguagem Java é possível ter tutoriais como apresentado na Figura 2), o que permite ao estudante rever o conteúdo das aulas em qualquer lugar e através de qualquer plataforma. No caso dos conteúdos de áudio são utilizados pequenos *podcasts* com a explicação dos aspectos mais importantes dos conceitos leccionados, sob a forma presencial, em determinada aula.

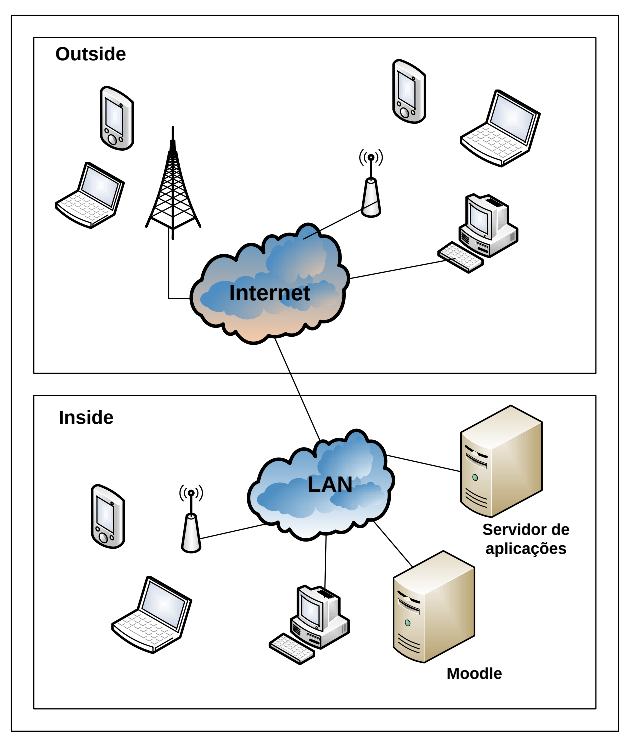


Fig. 1. Modelo proposto

No final da actividade de aprendizagem, sobre o conteúdo distribuído, existirá sempre uma avaliação dos conhecimentos adquiridos pelo estudante. Esta avaliação permite ao estudante identificar o seu nível de compreensão/aprendizagem e aos professores perceber da evolução e de eventuais desvios dos estudantes na concretização dos objectivos propostos para a actividade de aprendizagem.

A avaliação será realizada de duas formas: (1) questões teóricas sobre os conceitos através de *quizzes* que serão sempre diferentes para cada um dos estudantes e (2) questões práticas. Este processo passará pelas seguintes etapas: (1) o sistema propõe um conjunto de exercícios sobre a actividade de aprendizagem, (2) o estudante submete a sua solução à ferramenta associada à UC, identificada na Figura 1 como “Servidor de aplicações”. Independentemente do tipo de avaliação o estudante obtém uma resposta imediata, podendo assim avaliar o seu desempenho.

B. Conteúdos de aprendizagem de acordo com o contexto

Como o estudante que utiliza m-Learning não é estacionário, leva a que as diferentes actividades de aprendizagem possam ser realizadas em momentos e em lugares diferentes, i.e, em diferentes contextos.

Os conteúdos de aprendizagem devem ser distribuídos de acordo com o contexto em que o estudante está inserido. Assim, podem ser definidos como elementos contextuais a altura do dia (manhã, tarde, noite), tipo de dia (semana, fim-de-semana, feriados, ferias), modo de comunicação do dispositivo móvel (wi-fi, 3G, etc.), actividade física (parado ou em movimento) e local de aprendizagem (casa, meio de transporte,

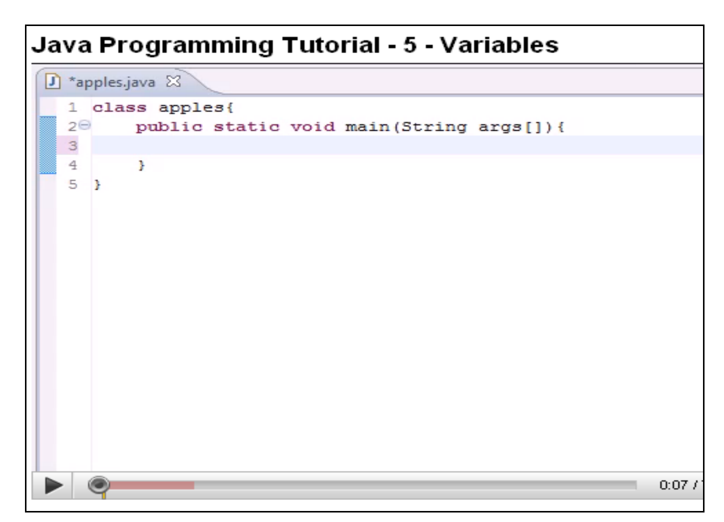


Fig. 2. Exemplo de um vídeo tutorial sobre Java

Universidade, …). Com estes elementos, é possível a distribuição de diferentes tipos de conteúdos de acordo com o contexto.

C. *Log das actividades de aprendizagem*

A informação sobre as actividades de aprendizagem é recolhida no Learning Management System (LMS) associado ao modelo na ferramenta utilizada, especificamente, para uma UC. Sempre que um estudante recebe ou realiza uma actividade de aprendizagem, independentemente da plataforma que utiliza, é armazenado um conjunto de informação que permitirá verificar, o momento, local e tempo de duração de realização dessa mesma actividade.

Como uma actividade de aprendizagem pode ser realizada num dispositivo móvel é necessário ter em consideração o ambiente, i.e., local de realização - estacionariamente (na cantina, no bar, em casa), a andar (na deslocação entre edifícios do campus), a viajar (nos percursos casa/instituição, instituição/casa) ou em grupo (salas de estudo, encontros ocasionais, etc.). Esta informação é necessária e está directamente relacionada com o tipo de recursos que o estudante tem disponível. Por exemplo, o estudante pode estar no campus e ter acesso wifi, ou estar em casa e ter acesso apenas por 3G, ou seja dependendo do local as características das comunicações e os custos são diferentes.

D. *Horários de entrega dos conteúdos*

A entrega dos conteúdos deve ser realizada de acordo com os momentos em que o estudante se encontra. Estes momentos podem ser divididos em, está: (i) em casa; (ii) na instituição em períodos de aulas, e (iii) intervalos. Esta separação está directamente relacionada com os contextos em que o estudante se encontra em cada um dos momentos.

IV. Ferramentas propostas

O modelo proposto utiliza dois tipos de ferramentas: um LMS e uma ferramenta específica para uma, ou mais, UCs. O LMS utilizado é o MOODLE devido às suas características, taxa de penetração nas instituições de ensino superior [12], e possibilidade de integração num modelo m-learning. A integração é efectivada através do MLE-MOODLE (Mobile Learning Engine – MOODLE) [25][26]. A ferramenta utilizada para as UCs de programação é o Mooshak [27].

A. *MOODLE*

A plataforma MOODLE é utilizada para realizar todo o controlo da UC, nomeadamente, apresentação dos conteúdos programáticos, bibliografia, documentos em PDF para apoio às aulas presenciais e à distância, utilização de testes diagnósticos, vídeos de demonstração das várias fases dos conteúdos leccionados. Tal como referido, a utilização deste LMS no modelo proposto só seria aceitável se pudesse ser utilizado, também, em dispositivos móveis. Como a MLE-MOODLE, também open-source, totalmente gratuito e adaptável, pode ser integrado no Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) MOODLE permite a referida integração, seleccioná-la como componente dosistema proposto. Quaisquer alterações efectuadas no MOODLE são automaticamente convertidas para os dispositivos móveis [26].

O acesso ao MLE-MOODLE através do dispositivo móvel é realizado no browser do próprio dispositivo. Tendo como ferramentas disponíveis: (i) Lição; (ii) Quizzes; (iii) Questionário; (iv) Fórum; (v) Wikis; (vi) Recursos do Moodle - texto, texto HTML, imagens, vídeo, áudio, links e gerir os ficheiros; (vii) Mensagens instantâneas; e (viii) Recursos específicos para m-Learning - Flashcard Trainer, Mobile Learning Objects (objectos de aprendizagem off-line), Mobile Tags (serviços baseados na localização) e Comunidade Móvel [26].

B. *Ferramenta de programação*

As ferramentas de programação existentes, como apresentado e discutido na secção II, mostram debilidades e, com a excepção da apresentada em [23], nenhuma está disponível para dispositivos móveis. Com o objectivo de solucionar o problema duas direcções poderiam ser seguidas: desenvolver uma ferramenta de raiz ou integrar uma já existente, adaptando-a às necessidades do sistema proposto. Optou-se pela segunda opção uma vez que no leque ferramentas *open sourse* existe a Mooshak [27] que satisfaz o requisito definido, isto é possibilidade de adaptação.

A "*Mooshak is a system for managing programming contests on the Web. Mooshak's basic features include automatic judging of submitted programs, answering to clarification questions about problem descriptions, reevaluation of programs, tracking printouts, among many others.*

Mooshak supports different kinds of contest, specially those based on ICPC rules. It has also support for IOI and "shortest program" contests, and can be easily extended for new types of contests.

The system was originally intended for contests, but it is increasingly being used in programming courses: to give instant feedback on practical classes, to receive and validate assignments submissions, to pre-evaluate and mark assignments, etc." [27].

Como pode ser aferido pela descrição da ferramenta apresentada é possível, em tempo real, submeter um programa e receber *feedback* imediato, manter um histórico da evolução da resolução de problemas propostos, permitindo, desta forma, uma melhoria no processo ensino/aprendizagem dos estudantes de programação.

Contudo, a ferramenta não está ainda preparada para ser utilizada em dispositivos móveis devido ao volume de informação disponibilizado na página (ver Figura 3). No entanto, dado que a ferramenta está desenhada para a *web* é possível a sua adaptação para dispositivos móveis.

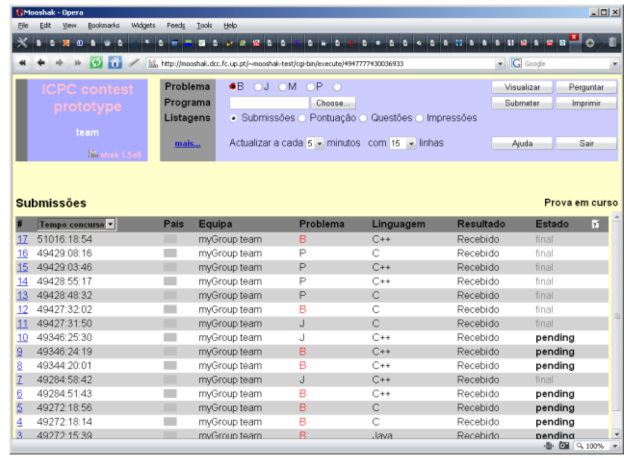


Fig. 3. Ecrã de apresentação dos resultados obtidos com o Mooshak

Pelo exposto a ferramenta será, devidamente, adaptada aos dispositivos móveis tendo em conta as características dos actuais dispositivos, tais como, custo, segurança, duração das baterias, tamanho do ecrã, entrada de dados, capacidade de armazenamento, potência de processamento e opções de comunicação.

V. Resultados

O modelo proposto, tal como referido anteriormente, é um modelo em fase de desenvolvimento conceptual que se espera colocar em experimentação durante o ano lectivo 2010/2011 pelo que não foram realizadas aplicações práticas, i.e., experimentação pelo que não existem resultados de aplicação.

A metodologia a seguir para a referida aplicação do modelo e respectiva análise de resultados será a divisão dos estudantes em dois grupos, o primeiro grupo composto por estudantes que irão ter a formação seguindo o modelo ensino/ aprendizagem presencial e o segundo grupo seguirá o mesmo modelo acrescido do modelo BML-OC. Antes da implementação do modelo é garantido que os dois grupos se encontram no mesmo nível de conhecimentos, através da realização de um teste de avaliação. No final de cada tópico de de aprendizagem é realizado um novo teste a cada um dos grupos e analisada a respectiva evolução na aprendizagem. No final do ano lectivo será realizado um questionário para aferir, do interesse ou não do modelo, nomeadamente melhorias no processo ensino/apredizagem, usabilidade, comentários, sugestões, etc.

VI. Considerações Finais

O BML é hoje apontado pela literatura como uma alternativa aos processos ensino/aprendizagem que vão desde as tradicionais aulas presenciais ao e_Learning. Neste contexto é proposto um modelo que segue os princípios do BML com o recurso às tecnologias móveis, com quatro vertentes: (1) Tipos de conteúdos de aprendizagem, (2) conteúdo de aprendizagem de acordo com o contexto, (3) log de aprendizagem e (4) horários de entrega de conteúdos. A aproximação proposta tem por um lado a preocupação dos custos, utilizando software open source e, por outro lado o contexto de aprendizagem. As tecnologias móveis, estão implementadas na sociedade e são familiares aos estudantes, permitindo que o processo de aprendizagem possa ser prolongado para além das "paredes da sala de aula" de uma forma orientada e de acordo com o contexto.

No futuro o modelo será implementado e testado num dado contexto ensino/aprendizagem.

Referências

[1] L. Oliveira, F. Moreira, "Teaching and Learning with Social Software in Higher Education - Content Management Systems integrated with Web-based applications as a key factor for success". Proceedings of International Conference of Education, Research and Innovation (ICERI 2008) [CD-ROM]. Madrid, Espanha, 17 a 19 de November 2008

[2] S. Mary Jacob and B. Issac, "Mobile Technologies and its Impact – An Analysis in Higher Education Context", iJIM – Volume 2, Issue 1, January 2008

[3] R. Queirós, M. Paulo Pinto, "EDUMCA: An Approach to Educational Mobile Content Adaptation", CISTI 2009, vol. 1, pp 485-488, June 2009.

[4] A. Kukulska-hulme, L. Shield, "An overview of mobile assisted language learning: From content delivery to supported collaboration and interaction Source", ReCALL, vol. 20, Issue 3, pp 271-289, September 2008

[5] M. Denk, M. Weber, R. Belfin, "Mobile learning challenges and potentials Source", International Journal of Mobile Learning and Organisation Volume 1 , Issue 2, pp 122-139, March 2007

[6] F. Khaddge, E. Lenham, and W. Zhou, "A Mobile Learning Model for Universities: Re-Blending the Current Learning Environement", iJIM – Volume 3, Special Issue 1:"ICML2009", July 2009

[7] A. Mostakhdemin-Hosseini, "Analysis of Pedagogical Considerations of M-Learning in Smart Devices", iJIM – Volume 3, Issue 4, pp. 33-34, October 2009

[8] C. Paes, F. Moreira, "Aprendizagem com Dispositivos Móveis: Aspectos Técnicos e Pedagógicos a Serem Considerados Num Sistema de Educação", Challenges 2007, pp. 23-32, Maio de 2007, Braga, Portugal

[9] N. Uday Bahaskar, P. Govindarajulu, "Advanced and Effective Learning in Context Aware and Adaptative Mobile Learning Scenarios", ", iJIM – Volume 4, Issue 1, pp. 9-13, January 2010

[10] C. Paes, F. Moreira, "Dispositivos móveis: estratégia de gestão dos dispositivos na sala de aula e o toolkit do professor ", Revista da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa, Julho de 2007, Porto, Portugal

[11] C. Menezes, F. Moreira, "M-English – Podcast: a Tool for Mobile Devices", Handbook of Research on Mobility and Computing: Evolving Technologies and Ubiquitous Impacts, Hershey: Information Science Reference (IGI), will be edited in 2010.

[12] Sobral, S. R.; Pimenta, P. C.." As mudanças no ensino superior e a oportunidade do e-learning", Challanges VI Conferência Internacional de TIC na Educação, In Proceeding Challanges 2009, Braga, Portugal.

[13] S. W. Martins, A. J. Mendes, A. D. Figueiredo, "Comunidades de Investigação em Programação: Uma estratégia de Apoio ao Aprendizado Inicial de Programação", IEEE-RITA, Vol. 5, Núm. 1, pp 39-46, Feb. 2010.

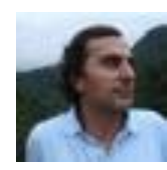
[14] S. Martín, E. S. Crstóbal, G. Carro, G. Lafuente, M. Castro, J. Peire, "Diseño de un Curso de Programación Avanzada a través de Aprendizaje Baseado en Proyectos: Una Aplicación Geoinformática", IEEE-RITA, Vol. 3, Núm. 1, pp 31-38, May 2008.

[15] T. Castro, H. Fuks, M. Spósito, A. Castro, "Análise de um Estudo de Caso para Aprendizagem de Programação em Grupo", IEEE-RITA, Vol. 4, Núm. 2, pp 155-160, May 2009.

[16] Mendes, António J.. "Software Educativo para Apoio à Aprendizagem de Programação". 2002. http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/tise01/pags/charlas/charla_mendes.htm.

[17] Areias, Cristiana e Mendes, António. "A tool to help students to develop programming skills". [ed.] the 2007 international conference on Computer systems and technologies. New Yotk : ACM, 2007.

[18] E. Roberts, “An overview of MiniJava.” In SIGCSE’01, Proceedings of 32nd SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education, Charlotte, USA, pp. 1-5, February 2001
[19] M. Kolling, B. Quig, A. Petterson, and J. Rosenberg, “The BlueJ system and its pedagogy”, Journal of Computing Science Education, Special Issue of Learning and Teaching Object Technology, Vol 12, pp. 249-268, 2003
[20] R. Pattis, “Karel the Robot: A Gentle Introduction the Art of Programming”, John Wiley & Sons.
[21] N. Truong, P. Bancroft, and P. Roe, “A web nased environment for learning to program”, Proceedings of the 26th Australasian Computer Science Conference, ACSC’03,Adelaide, Australia, pp. 255-264, 2003
[22] M. Ben-Ari, N. Myller, E. Sutinen, and J. Tarhio, “Perspectives on Program Animation with Jeliot”, Lecture Notes in Computer Science, Spring-Verlag, Vol. 2269, pp. 31-45, 2001.
[23] M. Marcelino, T. Mihaylov, and A. Mendes, “H-SICAS, a Handheld Algorithm Animation and Simulation Tool to Support Initial Programming Learning”, 38th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Saratoga Springs, NY, EUA, October 2008.
[24] Y.-Kai Wang, “Context Awareness and Adaptation in Mobile Learning”, In the Proceeedings of 2nd IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE’04), 2004.
[25] M. Yingling, “Mobile Moodle”, Muhlenberg College. Disponível em: <http://portal.acm.org/ citation.cfm?id=1127487>. Acedido em: 28 Janeiro 2010.
[26] MLE-MOODLE – END USERS. MLE-Moodle. 2009. Disponível em: <http://mle.sourceforge.net/ mlemoodle/index.php?lang=en>. Acedido em: 28 Janeiro 2009.
[27] Mooshak, 2009, Disponível em: <http://mooshak.dcc.fc.up.pt/> Acedido em 28 Janeiro de 2009.



Fernando Moreira é Doutor (2003) e Mestre (1997) em Engenharia Electrotécnica e de Computadores pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal. Actualmente é Professor Associado no Departamento de Inovação, Ciência e Tecnologia da Universidade Portucalense, Porto, Portugal e Coordenador do Mestrado em Informática.



Maria João Ferreira é Professora Associada e Investigadora em Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação e Sistemas de Informação no Departamento de Inovação, Ciência e Tecnologia da Universidade Portucalense, Porto, Portugal. Obteve o MSc (1993) e PhD (2003) ambos em Computation na Universidade de Manchester- UMIST, Manchester, Uk.



Sónia Rolland Sobral (27/09/1971) Professora Auxiliar na Universidade Portucalense (UPT) no Porto, onde lecciona desde 1993. Doutorada em Tecnologias e Sistemas de Informação, Área de Sociedade de Informação no Departamento de Sistemas de Informação, Universidade do Minho, Guimarães. Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores - área de especialização em Informática Industrial pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Pós Graduada em Técnicas e Contextos de E-Learning, Departamento de Engenharia Informática, Universidade de Coimbra. Licenciada em Informática de Gestão, DI, UPT. É actualmente Presidente do Conselho Pedagógico da Universidade Portucalense.

M2Learn: Framework Abierto para el Desarrollo de Aplicaciones para el Aprendizaje Móvil y Ubicuo

Sergio Martín, *Student Member, IEEE,* Gabriel Díaz, *Senior Member, IEEE,* Inmaculada Plaza, *Senior Member, IEEE,* Elio San Cristóbal, Miguel Latorre, Rosario Gil, *Student Member, IEEE,* Juan Peire, *Senior Member, IEEE,* Manuel Castro, *Fellow, IEEE*

***Title*—M2Learn: Open Framework for Developing Applications for Mobile and Ubiquitous Learning.**

***Abstract*—This paper describes an open framework aimed to facilitate the development of mobile and ubiquitous learning applications. The main features that this framework implements are: (a) transparent management of several location-based technologies, including GPS, and cell towers; (b) easy identification of objects through RFID; (c) support for motion sensors (e.g. G-Sensor); (d) interoperability with existing services in a Moodle e-learning platforms; (e) support for widely accepted e-learning standards, including LOM for learning objects, and IMS-QTI for assessment. This framework provides an easy API that simplifies the development. This paper also discusses several projects implemented over the M2Learn framework.**

***Index Terms*—Mobile Learning, Geo-localization, Ubiquitous.**

I. Introducción

LAS tecnologías de mayor calado en la sociedad son las que pasan inadvertidas, adelantó hace casi dos décadas el científico estadounidense Mark Weiser [1]. En este sentido, una nueva tendencia conocida como inteligencia ambiental proclama la creación de servicios informáticos y telemáticos basados en la captura de información del contexto (preferencias, localización, histórico, condiciones ambientales, etc.) del usuario de manera transparente y automática.

S. Martín está en el Departamento de Ing. Eléctrica, Electrónica y de Control (DIEEC) de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Juan del Rosal 12, 28040, Madrid (España), Teléfono: +34913987963, (e-mail: smartin@ieec.uned.es).

G. Díaz está en el DIEEC de la UNED. Juan del Rosal 12, 28040, Madrid (España), (e-mail: gdiaz@ieec.uned.es).

I. Plaza está en la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel de la Universidad de Zaragoza, Ciudad Escolar s/n, 44003 Teruel (España), (e-mail: iplaza@unizar.es).

E. Sancristobal está en el DIEEC de la UNED. Juan del Rosal 12, 28040, Madrid (España), (e-mail: elio@ieec.uned.es).

M. Latorre colabora con el DIEEC de la UNED, C/Juan del Rosal Nº 12, 28040, Madrid, España (email: pelaga@gmail.com).

R. Gil está en el DIEEC de la UNED. Juan del Rosal 12, 28040, Madrid (España), (e-mail: rgil@ieec.uned.es).

M. Castro está en el DIEEC de la UNED. Juan del Rosal 12, 28040, Madrid (España), (e-mail: mcastro@ieec.uned.es)

J. Peire está en el DIEEC de la UNED. Juan del Rosal 12, 28040, Madrid (España), (e-mail: jpeire@ieec.uned.es).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

Estos servicios pueden ser integrados en el ámbito educativo de manera satisfactoria mejorando la atención proporcionada al estudiante mediante la creación de aplicaciones más conscientes de las necesidades de la persona, reaccionando de manera inteligente y autónoma a las mismas, mejorando así la experiencia del estudiante dentro del ámbito educativo.

Esta tendencia anticipada por Weiser, hoy en día se está convirtiendo en realidad gracias a la mejora de las características técnicas de los dispositivos. Las nuevas generaciones de dispositivos móviles disponen de pantallas táctiles, cámaras digitales integradas, y conectividad con Wi-Fi o 3G. En algunos de ellos incluso es posible encontrar receptores GPS, RFID (Radio Frequency Identification) o NFC (Near Field Communication) o lectores de tarjetas inteligentes (Smartcards).

Todas estas nuevas tecnologías dentro de un dispositivo pequeño y portátil están dando lugar a una nueva generación de aplicaciones en todo tipo de entornos, conociéndose dentro del entorno educativo como aplicaciones de *m-learning* o de aprendizaje móvil.

En este sentido, existen varios frameworks en este campo para facilitar la creación de aplicaciones móviles y sensibles al contexto, como en [2][3][4][5], pero ninguna de ellas ofrece tantas funcionalidades como la descrita aquí.

El presente artículo está estructurado de la siguiente manera: El Capítulo II describe los objetivos principales del sistema descrito mostrando sus características más en profundidad en el capítulo III. Los capítulos IV y V describen dos aplicaciones desarrolladas utilizando el *framework* M2Learn. El capítulo VI explica otros aspectos involucrados en el proyecto, como la creación de una plataforma colaborativa para dar soporte a una comunidad de desarrolladores alrededor del *framework*, y la documentación del API. Finalmente el capítulo VII ofrece las conclusiones del artículo.

Este artículo puede resultar de interés a todos aquellos investigadores involucrados en la creación de aplicaciones móviles, y especialmente para aquellos dedicados al aprendizaje con dispositivos móviles.

II. Objetivos

Los dispositivos móviles son una herramienta muy familiar para los alumnos. La realidad es que las nuevas generaciones de alumnos están más acostumbradas a entornos digitales interactivos, como los videojuegos, videos, TV, comunicación a través de dispositivos móviles y la utilización de las tecnologías de colaboración (por ejemplo, blogs, wikis, *mashups* y redes sociales) que a ser meros oyentes en una clase magistral. Por ello, están surgiendo nuevas tendencias educativas enfocadas a la utilización de estos dispositivos, lo que ofrecerá a los estudiantes mayor motivación y les permitirá tomar un papel más activo e interactivo en el proceso de aprendizaje, más de acuerdo a sus experiencias.

El proyecto M2Learn tiene por objeto dar un paso más en el estado de la técnica de diseño de aplicaciones móviles de aprendizaje. Facilita el desarrollo de aplicaciones móviles de aprendizaje innovadoras que realmente complementan y enriquezcan la experiencia educativa. Se trata de un paradigma centrado en el alumno que no solo fomenta el "en cualquier lugar y a cualquier momento", sino que se focaliza en la mejora de las interacciones sociales, proporcionando una experiencia educativa personalizada a cada alumno. El *framework* M2Learn tiene como objetivo ayudar a que los dispositivos móviles encuentren su lugar en la educación, como complemento a las enseñanzas tradicionales y en línea, promoviendo enfoques mixtos de enseñanza, en lugar de reemplazarlos o pretender convertirse en el centro de la educación.

La principal contribución del proyecto M2Learn es construir un *framework* de código abierto para simplificar y facilitar el desarrollo de aplicaciones complejas de aprendizaje móvil. El objetivo final es hacer más fácil para los diseñadores la creación de aplicaciones al mismo tiempo que se aumenta su capacidad para construir aplicaciones más sofisticadas ("*lower the floor and raise the cealing*"). Las características principales son:

- Externalización de los servicios de las plataformas existentes de *e-learning* (Moodle en la actualidad). Esta característica permite que aplicaciones externas, como aplicaciones móviles o juegos, puedan interactuar con los servicios de estas plataformas. En la actualidad, los servicios desarrollados se centran en la comunicación, colaboración y los métodos de evaluación.
- Toda la información del proceso de aprendizaje, conocida como e-portfolio, puede ser recogida dentro de una plataforma de *e-learning*, independientemente de la aplicación donde se generó (por ejemplo, juegos, aplicaciones móviles, otras herramientas educativas, etcétera).
- Gestión transparente de adquisición de datos desde los sensores, dando soporte a localización a través de GPS, torres de telefonía móvil, Wi-Fi, o identificación a través de RFID, así como soporte a sensores de reconocimiento de movimiento como acelerómetros y brújulas electrónicas.
- Liberación del código fuente del *framework*, bajo una licencia GNU GPL v3.

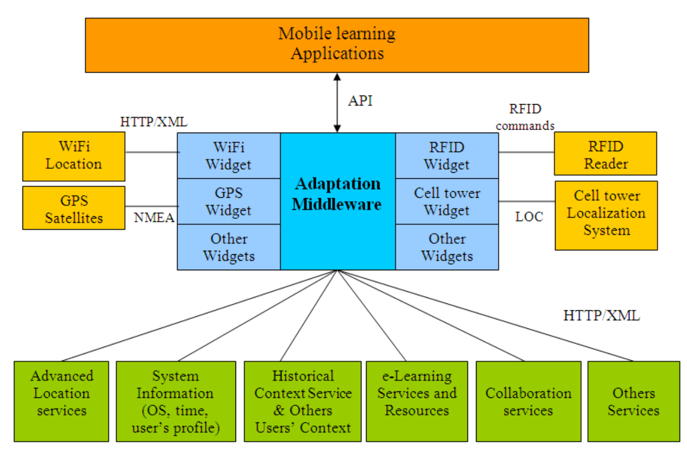


Fig 1. Vista general de la arquitectura del framework M2Learn

En resumen, el *framework* M2Learn encapsula la complejidad interna de la gestión de las tecnologías de localización, la interoperabilidad con plataformas de aprendizaje, dando lugar a sistemas conscientes del contexto y a una gestión sencilla de los recursos de aprendizaje electrónico.

III. El Framework M2Learn

Para lograr una implantación exitosa de los dispositivos móviles en el ámbito educativo se requiere de aplicaciones capaces de proporcionar el apoyo necesario para la experiencia de aprendizaje móvil. Así, los autores han creado el *framework* M2Learn, dedicado a apoyar el desarrollo de aplicaciones de aprendizaje móvil de nueva generación [5] basadas en Windows Mobile. Desde los puntos de vista de escalabilidad y reutilización, el *framework* soporta configuración *plug-and-play*, gracias a la utilización de estándares y definiciones de interfaces públicas. Esta característica permite añadir nuevos servicios al entorno sin necesidad de reprogramar el software (Figura 1).

El *framework* proporciona colaboración y comunicación dirigida por los usuarios mediante la inclusión de contenidos en blogs, chats y foros con el apoyo de los servicios existentes en plataformas *e-learning* (en este momento sólo se han desarrollado los servicios basados en Moodle). Dadas sus características colaborativas y ubicuas, M2Learn promueve la creación de redes sociales P3 (es decir, *People-People-Place*) promoviendo la participación en comunidades sociales móviles orientadas al aprendizaje, principalmente debido a su interfaz hacia el *e-learning* y las tecnologías de localización [6].

M2Learn facilita el acceso a sensores e interfaces multimodales (como acelerómetros), que pueden mejorar la motivación del estudiante en las distintas experiencias educativas. Además permite la gestión trasparente de las tecnologías basadas en localización (por ejemplo GPS, triangulación de torres de telefonía móvil, o WiFi) y apoya el Internet de los objetos mediante la integración de un módulo de identificación por radiofrecuencia RFID. Todos los datos de estos sensores forman parte del contexto del usuario, que se complementa con datos provenientes de servicios dedicados a

la traducción de coordenadas GPS o identificadores (de RFID) en un nombre de área (por ejemplo, habitación, edificio, calle, ciudad y país), favoreciendo así la asociación de servicios y contenidos a emplazamientos. La información contextual puede también ser utilizada para simplificar el desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada ya que los desarrolladores pueden utilizar los datos de localización y movimiento para superponer información a las imágenes provenientes de la cámara del dispositivo móvil.

Toda esta información de contexto (por ejemplo, lugar, tiempo, perfil, calendario, usuarios cercanos o preferencias) se puede utilizar para personalizar el acceso a contenidos y servicios. Así, uno de los módulos que forma parte del *framework* es un sistema de pregunta-respuesta que da resultados personalizados sensibles al contexto. Finalmente, desde el punto de vista de personalización y agregación de información, el *framework* permite integrar medios de comunicación sociales a través de la utilización de datos provenientes de *feeds* RSS.

Desde el punto de vista de estándares, M2Learn soporta algunas normas fundamentales del *e-learning*, como LOM [7] para Objetos de Aprendizaje, e IMS QTI-para evaluación [8]. Por último, como una nueva aplicación móvil de aprendizaje no puede ser concebida como una aplicación aislada, sino como un ecosistema de servicios y usuarios,M2Learn está diseñado para facilitar la convivencia de varias aplicaciones que interactúen, colaboren y se comuniquen entre sí, dando lugar a aplicaciones globales de valor añadido que tengan en cuenta el contexto del grupo.

Por otro lado, el *framework* permite la creación de *mashups*, ofreciendo la información contextual a través de una interfaz externa pública. La Figura 2 representa un ejemplo de un entorno en el que dos aplicaciones móviles construidas sobre M2Learn están interactuando a través de los servicios existentes en una plataforma de *e-learning*.

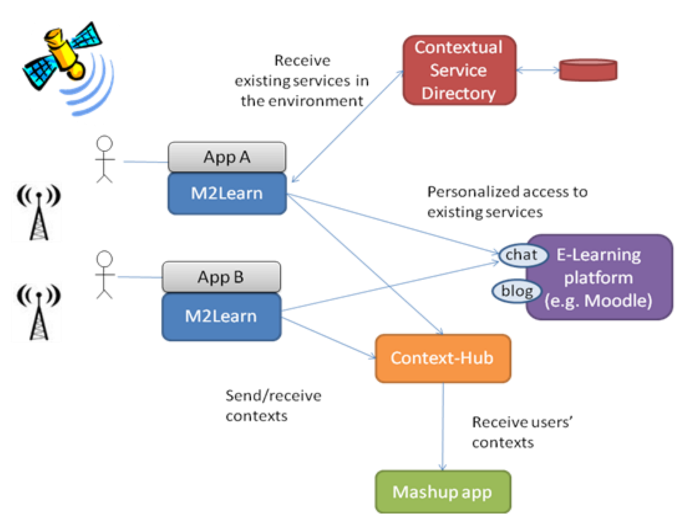


Fig. 2. Ejemplo de colaboración de dos aplicaciones construidas sobre M2Learn. Ambas aplicaciones están accediendo a un servicio ofrecido en una plataforma de aprendizaje. Al mismo tiempo comparten su contexto con el grupo a través del ContextHub, para que aplicaciones externas de mashup lo puedan utilizar. La aplicación A está además solicitando los servicios disponibles en ese entorno a través del Contextual Service Directory

Esta arquitectura simplifica considerablemente el desarrollo de aplicaciones móviles para la enseñanza. Por ejemplo, los desarrolladores podrán crear fácilmente sistemas de *mashup* con la información de localización en lugar de aprender cómo funciona el protocolo NMEA de GPS, o comunicarse a través de un puerto serie con un controlador de RFID para leer la información de una etiqueta RFID sin necesidad de comprender los comandos RFID o la organización de datos dentro de la misma. Por otro lado, la creación de servicios colaborativos, como un blog móvil se puede implementar fácilmente utilizando los servicios prestados por las plataformas de *e-learning*, ya que no es necesario ningún tipo de codificación en el lenguaje de programación de la plataforma o entender cómo se estructura su base de datos. Únicamente se requiere utilizar una sencilla interfaz que da acceso a la información y servicios prestados por M2Learn.

Finalmente, uno de los elementos clave de la arquitectura M2Learn es el ContextHub, que permite compartir el contexto del usuario con el resto del grupo, posibilitando así la creación de aplicaciones colaborativas o *mashups* externos. El otro elemento clave el directorio de contextual de servicios (ContextualServiceDirectory), que proporciona información sobre los servicios disponibles para cada usuario de acuerdo a su ubicación y perfil, así como al momento [9].

IV. Implementación de un Laboratorio Virtual Móvil, Colaborativo, y Consciente del Contexto a Través de Objetos de Aprendizaje

Dentro de la etapa de experimentación del proyecto, se ha desarrollado una aplicación móvil colaborativa para enseñanza que carga un objeto de aprendizaje, basado en el estándar LOM (ver Figura 3).



Fig. 3. Captura de pantalla de la aplicación móvil con un objeto de aprendizaje cargado referente a un simulador de un laboratorio de presión. El usuario puede enviar comentarios a cerca de la experiencia, recogiéndose éstos en Moodle



Fig. 4. Captura de pantalla de un curso virtual en Moodle donde aparecen los comentarios realizados por el usuario en la aplicación móvil

Además, esta aplicación es sensible al contexto, ya que la aplicación carga el recurso que hay asociado a cada una de las áreas (habitaciones) definidas en el sistema. De esta manera, según donde se encuentre el alumno automáticamente se le cargará un recurso educativo u otro. En el ejemplo recogido en la Figura 4 se muestra la simulación de un laboratorio virtual de presión, donde el alumno puede estudiar las variaciones de temperatura y presión.

En cuanto al esfuerzo de programación realizado para el desarrollo de la aplicación, se podría considerar como muy bajo. La Figura 5 muestra el código de programación en C# correspondiente a la configuración del *framework*, y de la herramienta que permite enviar los comentarios del alumno sobre el experimento al curso virtual de Moodle. Como se puede ver, requiere tres líneas de código para su configuración, y sólo una para el envío del mensaje.

El modulo encargado de cargar el objeto de aprendizaje y mostrarlo en pantalla también es muy sencillo, ya que únicamente requiere tres líneas de código (ver Figura 6). Primeramente, se obtiene el recurso disponible en la localización actual a través del ServiceDirectoryWrapper. A continuación debe ser obtenida la URL del objeto de aprendizaje. Este es cargado en el sistema, para después mostrar en pantalla dicho recurso (a través de su URL) utilizando el componente webBrowser.

```
M2LearnManager myM2learn = new
           M2LearnManager(userName, userId);
ServiceManager sm =myM2Learn.getServiceManager();
ChannelWrapper assign=new ChannelWrapper(URL,
                    IdForum,userName,idUser);
assign.writeElement(message);
```

Fig. 5. Código correspondiente a la creación y configuración del framework y de la herramienta de envío de comentarios al curso virtual de Moodle

```
ServiceBean[] serv =
    sm.ServiceDirectoryWrapper.getServiceList();
String URL = serv[0].getURI();
webBrowser.Navigate(new LOMWrapper(URL).getURI());
```

Fig. 6. Código relativo a la carga del objeto de aprendizaje en el sistema.

V. Implementación de una aplicación social de comunicación sensible al contexto

La segunda aplicación móvil desarrollada con M2learn consiste en una aplicación sensible al contexto basada en la popular aplicación de *microblogging* Twitter [10]. Dicha aplicación está desarrollada hacienda uso del servicio de blog de Moodle, lo cual facilita mucho su desarrollo

Desde un punto de vista educativo, la aplicación puede ser utilizada para actividades fuera de clase donde los estudiantes tienen que escribir sus opiniones, debatir sobre temas, o contestar a preguntas formuladas de manera colaborativa en diferentes localizaciones geográficas (por ejemplo, un museo). Por ejemplo, los estudiantes tienen que describir de manera colaborativa las diferentes partes de varias plantas en un jardín botánico. Después, de vuelta a clase, el profesor revisará con los alumnos el trabajo realizado accediendo únicamente al curso virtual, donde tendrá toda la información de la experiencia recogida, siendo fácilmente evaluable.

Dicha aplicación soporta las siguientes acciones:

- El usuario "A" envía un mensaje con comentario.
- Este mensaje es almacenado en el curso virtual de Moodle.
- Otros usuarios pueden leer los mensajes de A a través del móvil, lo que permite interacción entre ellos.

Básicamente, este es el funcionamiento de Twitter, pero la aplicación además introduce sensibilidad al contexto:

- Cada vez que se envía un mensaje, la aplicación automáticamente añade información de la localización del usuario. La información de localización debe estar disponible tanto en entornos abiertos como cerrados, con lo que es necesario tanto el uso de GPS como triangulación de redes de telefonía móvil. Por ejemplo:
  - Mensaje:"*¡Voy a empezar la práctica!"*
  - Resultado: "Sergio@Juan del Rosal 12, Madrid: *¡Voy a empezar la práctica!"*

La aplicación está compuesta por tres pantallas básicas: configuración, envío de mensajes, y revisión de los mensajes de otros usuarios (ver Figura 7).

Aunque inicialmente, el desarrollo de la aplicación contiene elementos de programación bastante complejos, como gestión de localización con GPS y telefonía móvil, y la interconexión con la plataforma Moodle, el esfuerzo que requiere puede ser también considerado como bajo.





Fig. 7. Capturas de las pantallas de envío de mensajes (superior) y revisión de los mensajes de otros usuarios (inferior) en la aplicación MobileTwitter UNED

La Figura 8 muestra las tres únicas líneas de código necesarias para preparar las funcionalidades de localización y comunicación con Moodle para la gestión de los comentarios del usuario.

La publicación de mensajes, tal y como muestra la Figura 9, es aun más sencilla, ya que únicamente son necesarias dos líneas (que podrían ser fácilmente unidas en una sola, pero no se hace aquí por cuestiones de claridad).

```
M2LearnManager myM2learn = new
                M2LearnManager(userName, userId);
ContextManager context =
                    myM2learn.getContextManager();
ChannelWrapper twitter = new
                        ChannelWrapper(Url,userId);
```

Fig. 8. Código correspondiente a la instanciación y configuración del framework, incluyendo el ContextManager para localización, y el ChannelWrapper para comunicación con Moodle

```
string area =
        context.getContext().address.fullAddress;
twitter.writeElement(name + "@" + area + ": " +
                                       message);
```

Fig 9. Código fuente para publicar mensajes en Mobile Twitter UNED

```
Element[] elem =
twitter.listElements(otherUserId);
for (int i = 0; i<elem.Length ; i++)
   textBox.Text += elem[i].getSubject();
```

Fig 10. Código fuente para leer los mensajes publicados por otros usuarios en la aplicación Mobile Twitter UNED.

La primera línea obtiene la dirección en donde se encuentra el usuario. Para ello, internamente el *framework* obtiene la latitud y longitud del usuario, utilizando el método de geolocalización que esté disponible (GPS, torres de telefonía móvil, etc.). A continuación estas coordenadas son internamente traducidas a un número de calle, ciudad y país. Esta información es compilada en la variable “area”, que se utiliza en la segunda línea para publicar el mensaje del alumno con la información de donde se encuentra de manera automática.

Finalmente, los alumnos pueden revisar los mensajes publicados por otros compañeros. La Figura 10 muestra cómo se cargan los mensajes de un determinado alumno con una sola línea de código, para a continuación, en un bucle, mostrarlos en pantalla.

Estas figuras muestran lo sencillo que es desarrollar una aplicación móvil compleja que haga uso de varios métodos de localización y ofrezca interoperabilidad de servicios con la plataforma de *e-learning* Moodle. El *framework* M2Learn acelera y facilita la creación de dichas aplicaciones, ofreciendo funcionalidades al desarrollador, que de otra manera le sería muy costoso (en tiempo y recursos) desarrollar.

VI DISEMINACIÓN

Como M2Learn está diseñado como un *framework* de código abierto, se ha creado una plataforma para que los desarrolladores interesados puedan formar parte de una comunidad de usuarios dedicados a mejorar el *framework*, tal y como se puede observar en la Figura 11 [11].

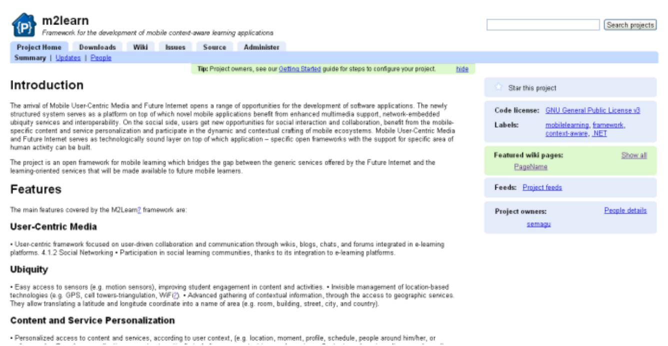


Fig. 11. Captura de pantalla de la plataforma colaborativa de M2Learn

La plataforma ofrece información acerca del proyecto, incluyendo un Wiki que permite a los miembros de la comunidad crear de manera colaborativa la documentación del proyecto. La plataforma además ofrece *feeds* para mantener a los usuarios interesados en el proyecto actualizados de los últimos avances y eventos.

En cuanto al código fuente, está publicado también en la plataforma bajo una licencia GNU GPL v3. Además, es posible descargar las DLL para el cliente móvil y la documentación del proyecto. Dicha documentación está compuesta por:

- Documentación de la API: Describe cada clase, método y atributo de la API. Ha sido creada en dos formatos, para adecuarse a distintos usos:
  - Sitio Web: Este formato es ideal para ser integrado en el sitio web del proyecto permitiendo consultas on-line (ver Figura 12).
  - Fichero de ayuda CHM: Este formato es más fácil de distribuir ya que toda la información está contenida en un único fichero (Figura 12).

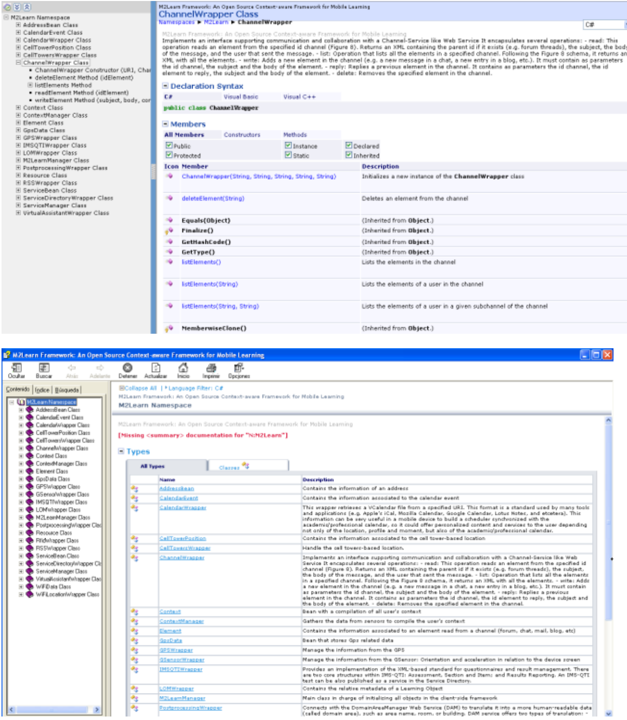


Fig. 12. Documentación de M2Learn en formato fichero de ayuda CHM

- Ejemplos: Ofrece a los usuarios una ayuda en el proceso de desarrollo, facilitando los primeros pasos.

VI. Conclusión

La principal contribución del sistema presentado es el uso de una capa abstracta de programación que no sólo ofrece información contextual basada en varias tecnologías de localización, e identificación, sino también servicios de *e-learning* y otros externos, conectando el mundo móvil con el pilar fundamental de la metodología de enseñanza en línea: las plataformas de *e-learning*. Gracias a este nuevo punto de vista, es posible crear aplicaciones de *m-learning* aprovechando todos los contenidos y servicios ya creados y disponibles. Este nuevo punto de vista promueve la interconexión de los paradigmas de *e-learning* y *m-learning*, generalmente separados.

Por otro lado, el uso del interfaz propuesto simplifica notablemente el desarrollo de aplicaciones, disminuyendo los tiempos y esfuerzos necesarios para su implementación.

El uso de este tipo de tecnologías, encargadas de crear interoperabilidad entre sistemas y tecnologías distintas, al mismo tiempo que abstraen toda la complejidad inherente a las mismas, permitirá un mayor desarrollo del campo del *m-learning*, haciendo que los nuevos proyectos se centren más en labores creativas, en lugar de tener que lidiar con complejos protocolos y servicios.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Ministerio de Ciencia e Innovación Español por el soporte en los proyectos TIN2008-06083-C01 "s-Labs: Integración de servicios abiertos para laboratorios remotos y virtuales distribuidos, reutilizables y seguros" y CYTED-508AC0341 "SOLITE- SOFTWARE LIBRE EN TELEFORMACIÓN".

Así mismo, los autores agradecen el apoyo dado por el proyecto "142788-2008-BG-LEONARDO-LMP mPSS – mobile Performance Support for Vocational Education and Training" e "IPLECS Project – Internet-based Performance-centered Learning Environment for Curricula Support Project ERASMUS 141944-LLP-2008-1-ES-ERASMUS-ECDSP". Finalmente, los autores quieren agradecer el apoyo ofrecido por el proyecto e-Madrid, S2009/TIC-1650, "Investigación y Desarrollo de tecnologías para el e-learning en la Comunidad de Madrid".

Referencias

[1] Weiser, M., The computer of the twenty-first century. *Scientific American*, 1991. September: p. 94-104.

[2] Zanela, A., Kich, M. and Schlemmer, E., "A Framework for the Design of Ubiquitous Learning Applications," Proceedings of the 42nd Hawaii International Conference on System Sciences, 2009.

[3] Chen, T-S., Yu, G-J. and Chen, H-J., "A Framework of Mobile Context Management for Supporting Context-Aware Environments in Mobile Ad Hoc Networks," Proceedings of the 2007 international conference on Wireless communications and mobile computing. Honolulu, Hawaii, USA.

[4] Arrufat, M., París, G. and García-López, P., “AGORA: an integrated approach for collaboration in MANETs,” Proceedings of the First International Conference on MOBILe Wireless MiddleWARE, Operating Systems, and Applications. Innsbruck, Austria, 2008.

[5] Belimpasakis, P., Luoma, J.P. and Börzsei, M., “Content Sharing Middleware for Mobile Devices,” Proceedings of the First International Conference on MOBILe Wireless MiddleWARE, Operating Systems, and Applications. Innsbruck, Austria, 2008.

[6] Lonsdale, P., Baber, C., Sharples, M., Arvanitis, T. A context-awareness architecture for facilitating mobile learning. In Learning with mobile devices, research and development, 2004. Editado por Attawell, J. & Savill-Smith C., pp. 79-85.

[7] Martín, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M.,and Peire J., “Supporting M-learning: The location challenge”, Proceedings on the 2009 IADIS Mobile Learning Conference, Jan. 2009, Barcelona (Spain).

[8] Friesen, N., CanCore Guidelines: Introduction. Athabasca University, (2009).

[9] IMS Abstract Framework (IAF). IMS Global Learning Consortium, Inc. 2003. Queried on July 2009: http://www.imsglobal.org/af/afv1p0/imsafwhitepaperv1p0.html

[10] Martín, S., Sancristobal, E., Gil, R., Díaz, G., Castro, M. and Peire, J., “A context-Aware Application based on Ubiquitous Location”, UBICOMM 2008. Proceeding on The second International conference on Mobile Ubiquitous Computing, Systems, Services and Technologies, October 2008, Valencia, (Spain).

[11] Twitter. On-line resource, accessed on February 15, 2010. URL: http://twitter.com

[12] M2Learn Community Platform. On-line resource, last accessed on: May 15, 2010. URL: http://code.google.com/p/m2learn/



Sergio Martín. Ingeniero Superior de Informática, Especialidad Aplicaciones y Sistemas Distribuidos, por la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M). Actualmente cursando estudios de doctorado en el área de Tecnología Educativa del departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control (DIEEC) de la UNED. Ha participado desde 2002 en proyectos de investigación tanto nacionales como internacionales en dicho departamento, relacionados con movilidad e inteligencia ambiental, localización y redes inalámbricas, así como en proyectos relacionados con "e-learning" y nuevas tecnologías aplicadas a la enseñanza. Así mismo, ha publicado más de medio centenar de artículos en revistas y conferencias tanto nacionales como internacionales.

Es miembro de la Education y Computer Societies de IEEE y Student Member del IEEE. Pertenece también a la junta directiva del mismo grupo y al IEEE Technology Management Council de España.



Gabriel Díaz Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Ha trabajado durante casi 10 años en Digital Equipment Corporation, donde participó en diversos proyectos relacionados con desarrollo de sistemas expertos, así como fue responsable de diversas áreas de formación y consultoría, relacionados con las áreas de comunicaciones y seguridad informática. En la actualidad trabaja para la UNED, como profesor del Departameento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, y mantiene su actividad como socio director de ADSO Consultoría y Formación, empresa especializada en formación en seguridad informática de sistemas y redes y en creación, mantenimiento y auditoría de políticas de seguridad para empresas y grandes organizaciones. Es autor de distintas publicaciones en revistas y congresos, tanto nacionales como internacionales, relacionadas siempre con la formación en seguridad en sistemas y redes de comunicación. Entre sus actividades principales de investigación destacan la creación de módulos de autoaprendizaje de alto rendimiento para sistemas de e-learning y la comparación de estándares y medidas de la seguridad informática. Es Senior member del IEEE, miembro de la ACM y de la Internet Society, así como de la iniciativa iberoamericana en red CRIPTORED, para usos y formación de la Criptografía en la enseñanza universitaria. Desde Enero de 2006 es Vice-Chairman del Capítulo Español de la Sociedad de la Educación del IEEE



Inmaculada Plaza es licenciada en Ciencias Físicas con Grado, obtuvo el DEA en Ingeniería de Diseño y Fabricación por la Universidad de Zaragoza y el Doctorado en Ingeniería Electrónica y Comunicaciones por la Universidad.

Desde el año 2000 trabaja como docente en la Escuela Universitaria Politécnica de Teruel (Univ. de Zaragoza). Actualmente es profesora Titular de Universidad, e imparte docencia en diferentes asignaturas de grado, doctorado y master, sobre electrónica digital, calidad y gestión de actividades de I+D+i. Como líneas de investigación trabaja: Calidad en actividades de I+D+i, Calidad en Docencia, Hardware y Software libre y Electrónica Digital-Sistemas Electrónicos. Junto con D. Francisco Arcega coordina el grupo interuniversitario de I+D+i “EduQTech” (Education– Quality–Technology) (Educación – Calidad – Tecnología).

Su incorporación al IEEE se remonta al año 2002, obteniendo el grado de Senior Member en el año 2006. Es miembro fundador del Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE, habiendo coordinado diferentes grupos en la Directiva desde el año 2004.



Elio San Cristóbal. Ingeniero Informático, especialidad en Ingeniería del Software, por la Universidad Pontificia de Salamanca (UPS) e Ingeniero Técnico en Informática de Sistemas por la misma Universidad. Ha realizado los estudios de doctorado en el Área de Tecnología Electrónica en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la ETSII de la UNED. Ha trabajado para el Instituto Universitario de Educación a Distancia de la UNED. Actualmente esta trabajando para el Centro de Servicios Informáticos de la UNED. Ha colaborado en varias publicaciones y libros: Seguridad en las Comunicaciones y en la Información, Diseño y Desarrollo Multimedia Herramientas de Autor, Materiales para la integración de adultos con discapacidades en el mercado laboral. Es miembro de la Sociedad de Educación de IEEE y Student Member del IEEE. Actualmente es presidente de la rama de estudiantes del IEEE de la UNED.



Miguel Latorre. Ingeniero Técnico Industrial, especialidad Electrónica Industrial, por la UNED y estudiante de Ciencias Físicas en la misma Universidad. Colabora en temas de investigación y docencia con el Departamento de Ingeniería Electrónica, y de Control de la UNED.

Ha impartido charlas en seminarios y conferencias, así como ha presentado artículos en congresos y revistas especializadas.



Rosario Gil. Ingeniero de Telecomunicación, especialidad en Sistemas de Comunicación, por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad de Alcalá de Henares (Madrid), finalizados en 2004. Investigador desde Septiembre del 2005 en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED, participando en proyectos nacionales e internacional.



Manuel Castro. Doctor Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSII) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM) e Ingeniero Industrial, especialidad Electricidad, intensificación Electrónica y Automática, por la misma Escuela. Ha obtenido el Premio Extraordinario de Doctorado de la UPM así como el Premio Viesgo 1988 a la Tesis Doctoral por la aportación a la Investigación Científica sobre Aplicaciones de la Electricidad en los Procesos Industriales. Ha obtenido el Premio a los mejores Materiales Didácticos en Ciencias Experimentales del Consejo Social de la UNED en los años 1997 y 1999. Ha recibido el premio a la "Innovative Excellence in Teaching, Learning & Technology" del "Center for the Advancement of Teaching and Learning" del año 2001. Actualmente es Catedrático de Universidad del área de Tecnología Electrónica en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, ETSII de la UNED. Ha sido Vicerrector de Nuevas Tecnologías de la UNED, así como Subdirector de Investigación, y Subdirector de Gestión Académica de la ETSII de la UNED, Director del Centro de Servicios

Informáticos de la UNED y Director del Departamento.Participa en numerosos proyectos de investigación como investigador, coordinador y director y publica en revistas y congresos, tanto nacionales e internacionales. Publica igualmente libros y material investigación multimedia dentro de sus líneas de investigación y docencia, así como realiza programas de radio, televisión, etc. Ha trabajado cinco años como Ingeniero de Sistemas en Digital Equipment Corporation. Pertenece al comité organizador de los congresos internacionales y nacionales IEEE FIE, CIES-ISES, TAEE y SAAEI, así como es revisor y presidente de mesa. Es miembro Fellow del IEEE, miembro del Administration Committee (AdCOM) de la Sociedad de Educación del IEEE y Fundador y Pasado-Presidente del Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE. Es Presidente de la Sección Española del IEEE. Es Vice-Presidente del Consejo de Dirección de ISES España.



Juan Peire. Doctor Ingeniero Industrial por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Licenciado en Derecho por la Universidad Complutense de Madrid. Actualmente es Catedrático de Universidad del área de Tecnología Electrónica en el Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y de Control, ETSII de la UNED. Ha sido Director del Departamento. Ha recibido el premio a la "Innovative Excellence in Teaching, Learning & Technology" del "Center for the Advancement of Teaching and Learning" del año 1999.

Diseño de un Entorno Colaborativo Móvil para Apoyo al Aprendizaje a través de Dispositivos Móviles de Tercera Generación

Efraín Kantel, Gerardo Tovar, Arturo Serrano

Title—**Design of a Collaborative Mobile Environment to support Learning thorough 3G Mobile Devices.**

Abstract—**Student working groups or tasks forces established to comply with short term assignments or projects require a high level of communication and interactivity as well as a space or platform for collaborative work. The availability of 3G mobile technology provides broadband internet and voice connectivity allowing the access to content and tools in an immediate and ubiquitous fashion with the use of Smartphone and handheld devices. This paper describes the development of a mobile collaborative space that integrates the capabilities of 3G mobile devices for educational purposes.**

Index Terms—**Educational technology, collaborative work, mobile communications.**

I. Introducción

La tecnología móvil ha mostrado un crecimiento tal que el número de usuario de telefonía móvil en el mundo asciende a los 5,000 millones de usuarios [1]. En el caso de México, datos de Junio de 2010 revelan que existen alrededor de 87 millones de usuarios de telefonía celular [2]. Este crecimiento ha traído consigo avances tecnológicos en redes y dispositivos desde la llamada primera generación analógica (1G) hasta la tercera y cuarta generaciones (3G y 4G). En la actualidad se cuenta con dispositivos avanzados, portátiles y de grandes capacidades tecnológicas conocidos como teléfonos inteligentes -denotados como *smartphones* en este trabajo- los cuales son altamente convergentes y multifuncionales [3][4].

La disponibilidad de tecnologías móviles avanzadas (3G y futuras), aunada al entendimiento de los aspectos de interactividad entre usuarios y la interacción usuario-dispositivo, incluyendo los elementos cognitivos involucrados, son componentes clave que propician el desarrollo e integración de herramientas colaborativas de apoyo al aprendizaje en forma móvil y ubicua.

Se han desarrollado diversas experiencias alrededor del mundo sobre la aplicación de la tecnología móvil en el entorno educativo [5][6][7]. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las aplicaciones se centran en proyectos de apoyo al aprendizaje usando un solo modelo de dispositivo portátil. En tales casos, se proporciona un dispositivo con conectividad ilimitada a cada estudiante participante en la experiencia para evaluar la efectividad de las herramientas desarrolladas, lo que a juicio de los autores no corresponde a un entorno real en el que los estudiantes cuentan con diferentes modelos, marcas, sistemas operativos, navegadores y capacidades de almacenamiento y procesamiento. Además, un entorno real debe considerar estudiantes con sus propios dispositivos y con las tarifas y planes que los proveedores de tecnología 3G ofrecen.

Considerando lo anterior, en este trabajo se describen los elementos claves del diseño y desarrollo de un Entorno Colaborativo Móvil (ECM) que aprovecha las ventajas de las tecnologías inalámbricas emergentes en conjunto con las experiencias ganadas en el conocimiento de los aspectos pedagógicos y sociales involucrados en el aprendizaje móvil o *m-learning* [8][9][10]. En la sección II de este trabajo se describen los elementos de diseño y el marco de referencia utilizado para la definición de las aplicaciones que se alojarán en el ECM. La sección III describe los aspectos involucrados en el desarrollo de las aplicaciones con base en la arquitectura cliente-servidor seleccionada. La sección IV incluye discusión y evaluación preliminar sobre los resultados obtenidos de acuerdo con la experiencia del trabajo colaborativo desarrollado en la prueba del ECM. Finalmente las secciones V y VI presentan respectivamente en forma breve las conclusiones y aspectos de trabajo futuro considerado para esta investigación.

Este trabajo ha sido apoyado por CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología) para los estudios de maestría y por el programa PROMEP-SEP (Programa de Mejoramiento del Profesorado de la Secretaría de Educación Pública) para la obtención de los equipos y programas utilizados en el proyecto descrito en este trabajo. Manuscrito sometido a revisión en Mayo 17, 2010. Diseño de un Entorno Colaborativo Móvil (ECM) para el apoyo al aprendizaje a través de dispositivos móviles de tercera generación (3G).

E. Kantel y G. Tovar, becarios CONACYT en la Maestría en Tecnología de la Información y Comunicaciones en la Universidad Autónoma de Baja California, UABC (e-mail: ekantel@uabc.edu.mx; tovarg@uabc.edu.mx).

A. Serrano, Centro de Investigación Científica y Educación Superior Ensenada, CICESE, Dirección de Impulso a la Innovación y al Desarrollo, Carretera Ensenada-Tijuana, No.3918, Zona Playitas, Ensenada, Baja California, C.P. 22860, Tel: 52 646 1750515 (e-mail: serrano@cicese.mx).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

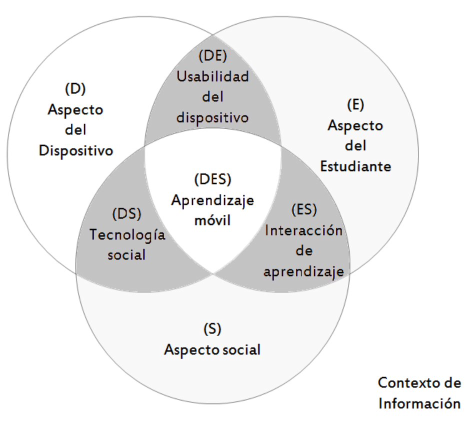


Fig. 1. Modelo FRAME

II. Diseño del ECM

El diseño del ECM se basa en el modelo FRAME (Framework for the Rational Analysis of Mobile Education) [11]. En este modelo convergen las tecnologías móviles, las capacidades del aprendizaje humano, y los aspectos de la interacción social, los cuales son los elementos que fundamentan el diseño del ECM (ver Figura 1).

El ECM es una herramienta de colaboración que toma en cuenta los cambios de cultura en el proceso enseñanza aprendizaje que la convergencia de las tecnologías móviles y el cómputo ubicuo han producido en la educación superior. En este contexto, los jóvenes universitarios muestran una tendencia y disposición natural a la adopción tecnológica e integración de equipos portátiles de cómputo tales como *laptops* y *smartphones* en su proceso de aprendizaje. Por esta razón, el diseño del ECM se centra en aprovechar la familiarización e inclinación de estos “nativos digitales” al uso de redes sociales en su interacción social y extrapolar esas experiencias a un contexto educacional [12]. El objetivo del ECM es brindar apoyo a grupos estudiantiles universitarios en la realización de tareas a corto plazo que requieren de alta interactividad y comunicación. Nuestro diseño provee a los grupos de trabajo estudiantiles de un espacio virtual que propicia la colaboración y comunicación en forma móvil y ubicua mediante *smartphones* con conectividad 3G.

A. *Conformación de los grupos de trabajo*

El ECM contempla alojar diferentes grupos estudiantiles independientes en forma simultánea, cada grupo de trabajo tiene su propio espacio el cual contiene la información pertinente para la colaboración de dicho grupo dependiendo del tema específico a desarrollar.

El ECM está definido para la operación e interacción de grupos de trabajo reducidos, no mayores a cinco participantes, para facilitar el flujo y el despliegue visual de información en los *smartphones*. La formación de los grupos de trabajo se lleva a cabo en una reunión presencial en donde el maestro o facilitador del curso define los temas y duración de los proyectos. En dicha reunión se definen los roles y responsabilidades individuales de cada uno de los miembros del grupo y se nombra a los respectivos líderes de proyecto, cuya labor consiste en coordinar y monitorear los avances de su grupo.

El ECM está alojado en un servidor Web, que puede ser accedido mediante el navegador del *smartphone.* Cuando un miembro del grupo entra al ECM registra sus datos para crear una cuenta con la cual participará en el desarrollo del proyecto asignado a su grupo. A partir de este registro, la dinámica de interacción móvil y ubicua de los participantes queda habilitada y el desarrollo de las actividades de colaboración para el cumplimiento de las metas establecidas dependerá de los factores socioculturales, tecnológicos, de usabilidad y de su interrelación [10].

B. *Módulos colaborativos del ECM*

La Figura 2 muestra los módulos que conforman el ECM. Dichos módulos son definidos con base en las principales actividades sociales del Internauta mexicano [13]. El primer módulo considerado para el ECM se denomina “Progreso”, especifica información acerca del proyecto a realizar, la cual incluye el tema, objetivos del proyecto, desglose de las actividades a realizar y un indicador gráfico para mostrar los avances. El siguiente módulo denominado “Avisos”, despliega información relevante a las labores a realizar durante el desarrollo del trabajo. Los avisos pueden ser dirigidos a uno o más de los colaboradores y deben ser anuncios cortos y/o alertas que requieran de atención inmediata. El tercer módulo, denominado “Repositorio” contiene información pertinente a la investigación y compilación de información que requieren los integrantes del grupo para el desarrollo de su proyecto. Cada grupo forma su repositorio en forma independiente y solo es accesible a los miembros individuales de dicho grupo. El repositorio contiene información de texto, imágenes, y multimedios. En el cuarto módulo, “Chat”, se brinda acceso a comunicación del grupo en tiempo real, donde los colaboradores pueden definir con mayor detalle la ejecución de su proyecto. El quinto módulo, “Convergencia*”,* es un *Wiki* donde se documentan de forma conjunta las ideas individuales nutridas con base en la colaboración del grupo de trabajo. El sexto módulo, denominado “Contacto”, contiene perfiles breves que resaltan y enlistan las habilidades de los colaboradores del grupo estudiantil, además contiene la información de correos electrónicos y números telefónicos donde los miembros se puedan localizar en caso de alguna urgencia. El último y séptimo módulo, “Ayuda”, contiene el manual de usuario del ECM y un conjunto de preguntas frecuentes.

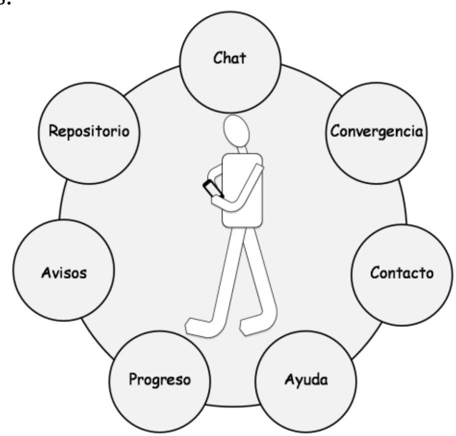


Fig. 2. Módulos del ECM

III. Desarrollo del ECM

Para la conformación del ECM se toman en cuenta tres aspectos clave: las características y funciones de los Smartphones (cliente), las capacidades y limitaciones de las redes celulares de última generación (conectividad) y la arquitectura web utilizada (servidor). Con estos tres aspectos se construye una plataforma que propicia la interacción estudiante-dispositivo-estudiante para el logro de una colaboración transparente y ubicua con base en el modelo FRAME [11].

A. Aspectos clave del ECM

El primer aspecto clave para el desarrollo del ECM es el permitir la interacción y comunicación de los estudiantes mediante cualquier dispositivo *smartphone* independientemente del tipo o modelo, sistema operativo y navegador con el que cuenten (ver Figura 3).

El segundo aspecto clave del ECM es la conectividad que ofrece la tecnología celular de tercera generación que permite al usuario obtener una conexión a Internet de forma rápida y transparente mediante *smartphones* que cuentan con dicha conectividad 3G. Esto se logra mediante la arquitectura basada en capas que describe la funcionalidad de las redes 3G a través de las funciones de transporte, control y aplicación (ver Figura 4) [14]. La capa de transporte maneja la información del usuario y los flujos de señalización, la capa de control aloja y gestiona los servicios y sus dominios, mientras que la capa de aplicación proporciona el ingreso a las plataformas mediante las cuales se accede a servicios tales como Internet.

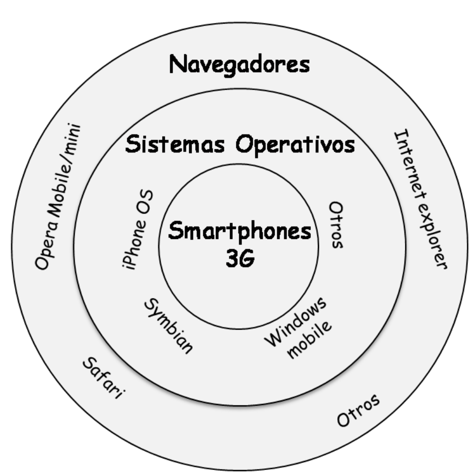


Fig. 3. Características genéricas de los *smartphones* con conectividad 3G

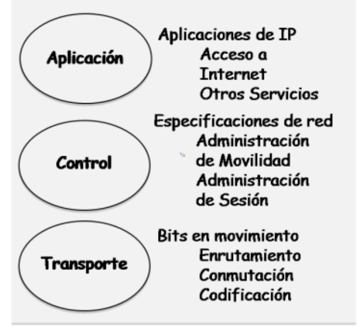


Fig. 4. Arquitectura abierta en capas de 3G

El tercer aspecto clave del ECM es la arquitectura del servidor web que integra los servicios de almacenamiento de materiales de apoyo al aprendizaje y las bases de datos que lo conforman. Esta arquitectura permite la operación y acceso al ECM sin necesidad de desarrollar aplicaciones específicas para cada tipo y modelo de *smartphone*. Con tal premisa se optó por implementar la arquitectura de referencia para un servidor *web* descrita en la Figura 5 [15]. En esta figura se describe el flujo de datos y dependencias entre subsistemas para responder a las peticiones del cliente mediante el procesamiento de dichas peticiones para brindarle acceso al ECM de forma transparente.

B. Transparencia de acceso

La implementación de una arquitectura de servidor web ofrece la flexibilidad de utilizar tecnologías disponibles tanto comerciales y de código abierto. Para el caso particular de este

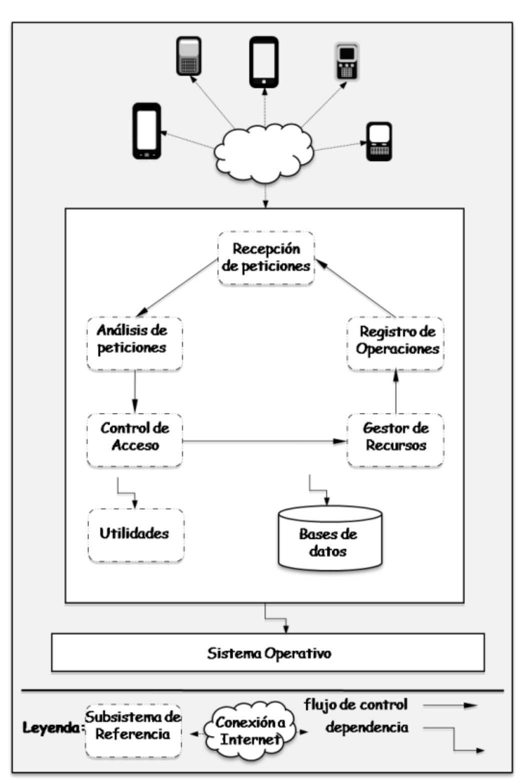


Fig. 5. Arquitectura de referencia para un servidor web

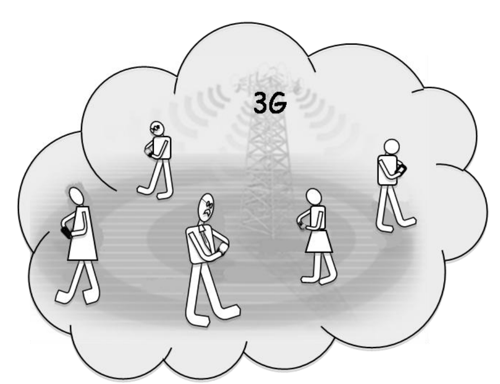


Fig. 6. Transparencia en la colaboración remota entre los miembros de un grupo de trabajo

trabajo, se optó por utilizar las de código abierto mediante la configuración de un servidor tipo LAMP (Linux, Apache, MySQL y PHP) lo que permite una operación del ECM en forma transparente. Esto debido a que el usuario solo interactúa con el cliente, es decir el *smartphone*.

En la Figura 6 se ilustra el entorno de colaboración de los miembros de un grupo estudiantil que acceden al ECM mediante *smartphones* con conectividad 3G. El desarrollo del ECM considera fundamental el nivel de interacción entre el individuo y el dispositivo portátil.

Para lograr buena experiencia de usuario en la colaboración, se toma en cuenta las capacidades y limitaciones de los *Smartphones*. Para ello, es clave el uso y desarrollo de aplicaciones que consideren la limitación de tamaño de pantalla y la capacidad de almacenamiento y procesamiento de los dispositivos móviles. El diseño de las pantallas a desplegarse en el *smartphone* y la definición de contenidos pertinentes son cruciales para que la interacción colaborativa entre los estudiantes sea al menor costo posible de acuerdo a los planes tarifarios y esquemas de pago de proveedores de telefonía celular.

IV. Evaluación del ECM

La Figura 7 muestra el diseño minimalista escogido para las pantallas del ECM en el *smartphone*. La Figura 8 corresponde a la pantalla de inicio y la Figura 9 corresponde a la estructura de los elementos que conforman el ECM.

La implementación preliminar del ECM se evaluó mediante el desarrollo de un ejercicio colaborativo relativo a la elaboración de un ensayo cuyo título fue "Un acercamiento al uso educativo de los dispositivos móviles 3G". Este ejercicio se llevó a cabo en un periodo de una semana con la interacción y colaboración remota de 6 participantes, esto con el fin de explorar la limitación en el flujo de comunicación e interactividad usuario-dispositivo que es recomendable manejar en los *smartphones*.

En esta evaluación se consideraron 2 propósitos principales; el primero fue la utilización del Entorno Colaborativo Móvil (ECM) para conocer cómo los *smartphones* apoyan la interacción y colaboración de un grupo estudiantil en la realización de una tarea de forma remota. El otro propósito fue probar los aspectos operativos y técnicos en el enlace de comunicación cliente/servidor.



Fig. 7. Pantalla de Inicio del ECM



Fig. 8. Pantalla de Inicio de Sesión



Fig. 9. Elementos del ECM

De acuerdo al aprendizaje obtenido en el desarrollo de la tarea realizada por el grupo de trabajo, se presenta un resumen de las experiencias obtenidas en el proceso de utilización del ECM como herramienta de apoyo al aprendizaje:

1) Para cumplir con el entregable de la tarea en el periodo de una semana, fue necesario complementar el uso del *smartphone* con otros dispositivos portátiles, como computadoras tipo *laptop*, particularmente en lo que respecta a las labores individuales relativas a edición de texto, lectura y compilación de material para alojar en el repositorio. De esta forma, se pueden mitigar las principales limitaciones de tamaño de pantalla, capacidad de memoria, sistemas operativos y extrema diversidad de marcas y modelos.
2) Se observaron limitaciones importantes en cuanto a conectividad tipo 3G la cual no es homogénea en todos los lugares en cobertura y potencia. A esto se suma el alto costo de los paquetes tarifarios (relativo a la economía de los estudiantes) de los proveedores de servicio 3G lo cual limita la intensidad y frecuencia de las interacciones.
3) También hay que resaltar que los navegadores actuales, tanto *minibrowsers* como *fullbrowsers*, despliegan la información de forma diferente dependiendo del dispositivo en el que se encuentren funcionando. Por lo que

el usuario puede optar por la utilización del navegador de su preferencia disponible para su modelo de *smartphone.*

4) La fluidez en la interacción de los usuarios del ECM se vio afectada debido a que los seis usuarios miembros del grupo de trabajo interactuando de forma síncrona en el módulo "*Chat"* ocasionó que el despliegue de información limitara la capacidad de cada usuario para dar seguimiento al desarrollo de una conversación; esto debido a las reducidas dimensiones de pantalla de los diferentes dispositivos.
5) La disponibilidad de conectividad de 3G, proximidad e inmediatez de uso de los *smartphones* fue el aspecto clave en la interacción y comunicación de los usuarios para que el grupo de trabajo colaborara en la realización de la tarea.
6) El uso del *smartphone* en las labores de interacción y comunicación satisfizo los requerimientos de colaboración para el cumplimiento de la tarea asignada.
7) De acuerdo con la experiencia obtenida, se corrobora que el número de integrantes de cada grupo colaborativo debe ser reducido.

V. CONCLUSIÓN

La realización del ejercicio colaborativo seleccionado demostró que el *smartphone* es una plataforma de alta versatilidad y usabilidad que motiva la interacción entre el usuario y el dispositivo de una forma natural, familiar y ubicua. Esto permitió terminar el ensayo de manera exitosa en el tiempo definido para su elaboración.

El *smartphone* fue un elemento de apoyo para la interacción y comunicación del grupo de trabajo y constituyó una herramienta de gran utilidad para cumplir en tiempo y forma con los entregables definidos en la tarea asignada. Se observó la utilidad de contar con un entorno colaborativo que permitió a los estudiantes de forma ubicua llevar a cabo sus labores individuales y grupales. Cabe aclarar que el *smartphone* es solo una herramienta de apoyo a la colaboración.

Para incrementar y promover la utilización de *smartphones* en el entorno educativo es necesario considerar los costos, tanto de los dispositivos como de los planes tarifarios de las empresas proveedoras de conectividad 3G, ya que esto representa, de acuerdo a la opinión de los autores una de las mayores limitantes en la adopción y difusión del *m-learning* en un entorno real. Es por ello que la implementación del ECM se realizó tomando en cuenta una aproximación real a las condiciones del estudiante universitario. Por lo que el enfoque de este trabajo se centra en proporcionar una plataforma sencilla de trabajo colaborativo que cubra las necesidades de interacción a través de la web y así mismo motivar al estudiante a utilizar herramientas que apoyen su aprendizaje mediante el uso de *smartphones* con conectividad 3G. El enfoque propuesto es extrapolable a conformar Entornos Colaborativos Móviles en otros contextos sociales tales como salud, industria y seguridad.

VI. TRABAJO FUTURO

Para mejorar el Entorno Colaborativo Móvil se incorporarán resultados obtenidos de un instrumento de medición para la evaluación de la usabilidad de *smartphones* aplicado a estudiantes universitarios de primero y último semestre de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California, Campus Ensenada sobre adopción tecnológica de s*martphones* de nuevas generaciones en comparación a las salientes [16]. A la vez, se continuará evaluando la efectividad del ECM mediante el diseño de diversos experimentos que brinden servicio a grupos independientes de diferentes disciplinas trabajando simultáneamente para la colaboración en el desarrollo de sus tareas.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el aporte y apoyo del Dr. Javier Organista Sandoval en la definición de los conceptos pedagógicos involucrados en el diseño y desarrollo del ECM, así mismo, se agradece a la Licenciada Noemí Castellanos por compartir sus resultados sobre la evaluación del uso de *smartphones* en la Universidad Autónoma de Baja California y al Ingeniero Jesús Enciso por su valiosa participación en la etapa de pruebas. Se reconoce el apoyo del CONACYT para la realización de los estudios de maestría de Efraín Kantel Escobedo y Gerardo Tovar Ramos.

REFERENCIAS

[1] Cinco Días, "Expansión de la telefonía móvil. El número de usuarios de móviles llega a 5.000 millones en el mundo," *cincodías.com,* Julio 2010. [En línea]. Disponible: http://www.cincodias.com/articulo/empresas/numero-usuarios-movil-llega-5000-millones-mundo/20100716cdscdiemp_4/cdsemp/

[2] Comisión Federal de Telecomunicaciones, "Telefonía Móvil Usuarios 1990-2010," *Comisión Federal de Telecomunicaciones,* Junio 2010. [En línea]. Disponible: http://www.cofetel.gob.mx/en/Cofetel_2008/Cofe_telefonia_movil_usuarios_1990__2007_mensual

[3] Asociación Mexicana de Internet, "Estudio de Infraestructura y Adopción de las TIC's por la Población en México," *Asociación Mexicana de Internet*, Marzo 2010. [En línea]. Disponible: http://www.amipci.org.mx/estudios/temp/EstudioInfraestructuraAMIPCIresumenejecutivofinal-0223316001269479996OB.pdf

[4] J. G. Rodríguez, C.O. Aguilar, V. A. Ruiz. "Redes de Banda Ancha de Nueva Generación," *Universidad Centroamericana José Simeón Cañas.* [En línea]. Disponible: http://ewh.ieee.org/r9/el_salvador/convetel/descargas/redes_banda_ancha_nueva_generacion.pdf

[5] S. Berger, R. Mohr, H. Nösekabel, K. J. Schäfer, "Mobile Collaboration Tool for University Education," *Proceedings of the Twelfth IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises (WETICE'03)*, pp. 77-78, 2003. [En línea]. Disponible: http://csdl.computer.org/comp/proceedings/wetice/2003/1963/00/19630077.pdf

[6] J. Brown, "Exploring Mobile Learning: Part One of the mLearning Series," *na.blackberry.com,* Abril 2009. [En línea]. Disponible: http://na.blackberry.com/eng/solutions/industry/education/WP_JudyBrown_Part1Long_HighRes_MobileLearning.pdf

[7] Abilene Christian University, "2008-09 Mobile-Learning Report," *Abilene Christian University,* 2009. [En línea]. Disponible: http://www.acu.edu/technology/mobilelearning/documents/ACU_Mobile_Learning_.pdf

[8] A. Kukulska-Hulme, "Mobile Usability in Educational Contexts: What have we learnt?," en *The International Review of Research in Open and Distance Learning,* Junio 2007, *8, (2).* [En línea]. Disponible: http://www.irrodl.org/index.php/irrodl/article/view/356/879

[9] M.Sharples, "Learning As Conversation: Transforming Education in the Mobile Age," en *Conference on Seeing, Understanding, Learning in the Mobile Age,* 2005. [En línea]. Disponible:

http://www.eee.bham.ac.uk/sharplem/Papers/Theory%20of%20learning%20Budapest.pdf
[10] D. Álvarez, M. E. Schacther. “El teléfono móvil: una herramienta eficaz para el aprendizaje activo,” *Current Developments in Technology-Assisted Education,* p. 23+, 2006. [En línea]. Disponible: http://www.formatex.org/micte2006/pdf/23-30-A.pdf
[11] M. Koole, M. Ally, “A Model for Framing Mobile Learning,” *Mobile Learning Transforming the Delivery of Educationand Training Athabasca University,* p.25+, 2009. [En línea]. Disponible: http://www.aupress.ca/books/120155/ebook/99Z_Mohamed_Ally_2009-MobileLearning.pdf
[12] The Economist Intelligence Unit, “The future of higher education: How technology will shape learning,” *The Economist Intelligence Unit,* Octubre 2008. [En línea]. Disponible: http://www.nmc.org/pdf/Future-of-Higher-Ed-%28NMC%29.pdf
[13] Asociación Mexicana de Internet, “Hábitos de los Usuarios de Internet en México,” *Asociación Mexicana de Internet*, Mayo 2009. [En línea]. Disponible: http://www.amipci.org.mx/estudios/temp/RESUMENEJECUTIVOEstudioAMIPCI2009UsuariosdeinternetFINAL-0334725001245691260OB.pdf
[14] S. R. Meneses, “Comunicaciones Móviles: Más allá de la 3G… la 4G,” *Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica,* Diciembre 2007. [En línea]. Disponible: http://www.cice.com.mx/arts/Mas_alla_3G_Ricardo_Meneses_200207_CICE.pdf
[15] A. E. Hassan, R. C. Holt, “A Reference Architecture for Web Servers,” *Proceedings of the Seventh Working Conference on Reverse Engineering (WCRE'00),* p. 150, 2000. [En línea]. Disponible: http://www.bauhaus-stuttgart.de/dagstuhl/HassanHolt.pdf
[16] N. Castellanos, “Tipología de los usos y las aplicaciones de los teléfonos móviles en los estudiantes de primer ingreso y último semestre de la Facultad de Ingeniería en la Universidad Autónoma de Baja California campus Ensenada,” tesis de maestría, sin publicar.



Efraín Kantel Escobedo es Ingeniero en Computación por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (2006). Actualmente es becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y estudiante de la Maestría en Tecnologías de Información y las Comunicaciones por la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la misma institución. Se interesa en las tecnologías de información y comunicaciones, principalmente en redes y seguridad.



Gerardo Tovar Ramos es Ingeniero en Electrónica por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) (2005). Actualmente es becario del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y estudiante de la Maestría en Tecnologías de Información y las Comunicaciones por la Facultad de Ciencias Administrativas y Sociales de la misma institución. Su interés se centra en la convergencia entre las tecnologías alambicas e inalámbricas para la colaboración remota a través de las redes de banda ancha.



Arturo Serrano Santoyo es Ingeniero en “Comunicaciones y Electrónica” por la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional y Doctor en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV). En 1981 recibió el Premio Nacional de Electrónica y Telecomunicaciones de la empresa ALCATEL y en 1985 el Premio de Telecomunicaciones de ERICSSON, ambos por sus contribuciones al desarrollo de las Telecomunicaciones en México y Latinoamérica. Es autor de los libros: Las Telecomunicaciones en Latinoamérica: Retos y Perspectivas (México Distrito Federal: Prentice-Hall, 2000) y La Brecha Digital: Mitos y Realidades (Mexicali, Baja California: Fondo Editorial de Baja California, 2003). En la actualidad es investigador en el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE) y catedrático en la Universidad Autónoma de Baja California.

SOMP-QR: Una Plataforma de Investigación Cualitativa Móvil para el Aprendizaje

Jorge Torres, César Cárdenas, Juan Manuel Dodero, Eduardo Juárez

***Title*—SOMP-QR: A Qualitative Research Mobile Platform for Learning.**

***Abstract*—Mobile technologies allow research and education enhancement. Social sciences require more efficient and flexible research tools, hence the Service-Oriented Mobile Platform for Qualitative Research (SOMP-QR) has been developed to be used on an academic environment that supports research learning instruction methods as the ones presented in three study cases. SOMP-QR uses ontologies to classify research data, through the contributions and perceptions of qualitative researchers in a collaborative and efficient way. SOMP-QR is ready to be integrated within a service-oriented architecture environment.**

***Index Terms*—Mobile Technologies for Learning, Learning Systems Platforms and Architectures, Qualitative Research, Service-Oriented Architecture, Ontologies for Learning Systems.**

I. Introducción

La tecnología móvil tiene un fuerte impacto en nuestra vida, ya que nos permite el acceso a información y herramientas prácticamente desde cualquier lugar, mejorando no sólo nuestra habilidad para comunicarnos, sino también permitiéndonos llevar a cabo nuevas actividades, como por ejemplo investigación cualitativa en tiempo real, y otras actividades de manera diferente, como la educación.

La investigación cualitativa (IC) es un método de indagación que se enfoca en el por qué y cómo de la toma de decisiones. La IC se ha empleado en estudios de educación, trabajo social, administración, humanidades, psicología, comunicación, entre otros.

La tecnología móvil incrementa el potencial de las técnicas de IC debido principalmente a las nuevas funcionalidades de los dispositivos móviles: Acceso a Internet, grabación de audio y video, capacidades fotográficas, entre otras. Todas estas funcionalidades pueden ejecutarse en tiempo real, desde cualquier lugar, y de manera espontánea.

Es por ello que con el desarrollo de la tecnología móvil se han logrado avances que han mejorado el aprendizaje a través del uso de dispositivos móviles. El aprendizaje móvil ha incrementado la personalización, la conexión y el uso interactivo de dispositivos móviles dentro de los salones de clases, en el trabajo colaborativo, en el trabajo de campo, y en el asesoramiento y guía de los estudiantes. Los dispositivos móviles se han usado para la educación médica, la formación de profesores, la composición musical, el entrenamiento de enfermeras, el entrenamiento corporativo de trabajadores móviles, y en otra gran cantidad de disciplinas [1].

Aprovechando la tecnología móvil, hemos desarrollado la Plataforma Móvil Orientada a Servicios para la Investigación Cualitativa (SOMP-QR, por sus siglas en inglés: *Service Oriented Mobile Platform for Qualitative Research*). SOMP-QR cuenta con una interface *web* accesible por un navegador de Internet, y una interface para dispositivos móviles enfocada al trabajo de campo. Los usuarios del sistema son los investigadores cualitativos, quienes interactúan en espacios de conocimiento donde pueden crear ontologías y relacionar recursos como fotografías, con los conceptos de una ontología a través de su interpretación.

El resto del artículo tiene la siguiente estructura: la Sección 2 habla sobre los fundamentos de la IC y la técnica de aprendizaje basada en investigación, la Sección 3 presenta tres casos de estudio sobre la IC en la educación, la Sección 4 describe la arquitectura de SOMP-QR, la Sección 5 muestra el proceso de operación de SOMP-QR, para terminar con algunas conclusiones.

II. La Investigación Cualitativa en la Educación

A. Investigación Cualitativa

La investigación cualitativa (IC) [2] es una disciplina que se enfoca en el por qué y cómo de la toma de decisiones, con un enfoque de comprobación cruzada. La IC es considerada una sub-disciplina de la antropología y sociología, y se usa en estudios de educación, trabajo social, administración, humanidades, psicología, comunicación, entre otros. Además, la IC es principalmente exploratoria, es decir, emplea pequeños grupos seleccionados específicamente para la validación de contenido, la cual no siempre puede ser graficada o matemáticamente modelada, como a menudo es el caso de las ciencias sociales. La IC es ante todo, un trabajo

Este trabajo es parcialmente financiado por el subprograma Avanza (proyecto TSI-020501-2008-53), el subprograma PCI (proyecto A/018126/08) del Gobierno Español y la Cátedra de Investigación: Sistemas Distribuidos y Adaptativos en Tecnologías Educativas, DASL4LTD (C-QRO-17/07) del Tecnológico de Monterrey, México.

J. Torres es líder de la Cátedra de Investigación DASL4LTD del Tecnológico de Monterrey, México (e-mail: jtorresj@itesm.mx).

C. Cárdenas es profesor-investigador de la Cátedra de Inv. DASL4LTD del Tecnológico de Monterrey, México (e-mail: ccardena@itesm.mx).

J.M. Dodero es profesor-investigador del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos de la Universidad de Cádiz, España (e-mail: juanma.dodero@uca.es).

E. Juárez es asistente de investigación de la Cátedra de Inv. DASL4LTD del Tecnológico de Monterrey, México (e-mail: A00339777@itesm.mx).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

sistemático en el que los patrones de información se clasifican y usan para el reporte de resultados en una organización.

La validación de los resultados es un tema central en la IC. También se le conoce como credibilidad o dependencia. Los medios tradicionales para realizar la validación son: validación por miembro, corroboración por entrevista, resumen por pares, compromiso prolongado, análisis de casos negativos, auditoría, soporte, y balance [3].

Los investigadores cualitativos hacen uso de los siguientes enfoques: teoría fundamentada, narratología, historias, etnografía clásica, o fantasmeo. Para obtener información, los investigadores emplean técnicas como [4][5]: observación de participantes, observación no participativa, nota reflexiva de campo, diario de entrevista estructurada y entrevista no estructurada. Estas técnicas comprenden un diverso rango de datos, que incluyen texto, imágenes, fotografías, vídeos, grabaciones de audio, entre otros. A través de estos métodos, los investigadores de IC, obtienen un entendimiento profundo del comportamiento humano y el razonamiento que lo envuelve.

Una técnica de análisis común en la IC es la 'impresión de observador'. Esta técnica consiste en que un observador experto examina la información, forma una impresión, y la reporta de forma estructurada y cuantitativa en repetidas ocasiones. Las impresiones del experto pueden ser las conclusiones finales del análisis, o alguna característica cuantitativa de la información que puede ser analizada por métodos cuantitativos.

En instituciones académicas, la IC se enseña principalmente en los programas académicos relacionados con las áreas sociales y de negocios, las cuales incluyen licenciaturas como: administración de empresas, mercadotecnia, comunicación, arquitectura, arte digital, sicología organizacional, diseño industrial, relaciones internacionales, creación y desarrollo de empresas, antropología, ciencias políticas y periodismo.

B. Aprendizaje Orientado al Servicio

El Tecnológico de Monterrey ha decidido incluir en sus prioridades el desarrollo de competencias éticas y ciudadanas en sus estudiantes. A través del Plan para el Mejoramiento de la Calidad del Aprendizaje[1] (QEP, por sus siglas en inglés: *Quality Enhancement Program*), se tiene por objetivo apoyar este esfuerzo y es un compromiso ante SACS (*Southern Association of Colleges and Schools*), el organismo que acredita las universidades y colegios del sur de Estados Unidos de America. Las rúbricas ciudadanas que se han identificado están divididas en 6 etapas con 4 niveles cada una. La primera etapa consiste en la formulación del problema social, adicionalmente las etapas 4 y 5 consisten en la evaluación de la acción realizada y su impacto social, así como la reflexión sobre el impacto de la experiencia vivida. Estas etapas están relacionadas con la técnica didáctica aprendizaje-servicio (A-S). Es importante remarcar que la IC juega un papel preponderante.

C. La Técnica Didáctica Aprendizaje-Servicio

El Tecnológico de Monterrey ha iniciado la implementación de una nueva técnica didáctica llamada aprendizaje-servicio (A-S). En el A-S, se mezclan dos conceptos complejos: acción comunitaria, y el servicio y los esfuerzos por aprender de la acción, conectando lo que de ella se aprende con el conocimiento ya establecido. Un programa de aprendizaje-servicio busca que los participantes actúen no en términos de caridad, sino desde una perspectiva más amplia como la justicia y política social. Por ejemplo, los programas de aprendizaje-servicio no deberían limitarse a reclutar estudiantes como voluntarios en centros alimentarios sino que deberían pedirles reflexionar por qué existe gente que no tiene comida. Los voluntarios de un programa de alfabetización deberían reflexionar cómo es que puede existir gente analfabeta en una "sociedad avanzada".

El propósito de estas reflexiones es desarrollar en los estudiantes una conciencia cívica que les lleve más que a entender las causas de la injusticia social, a emprender acciones que posibiliten eliminar estas causas. Los proyectos de aprendizaje-servicio pueden ser utilizados para reforzar los contenidos del curso y para desarrollar una variedad de competencias entre las que se incluye el pensamiento crítico, habilidades de comunicación, liderazgo, y un sentido de responsabilidad cívica.

Aunque en educación superior es frecuente que se le defina como programa, el aprendizaje servicio es también una filosofía y una pedagogía. Como programa, el aprendizaje-servicio hace énfasis en la realización de tareas para afrontar necesidades humanas y de la comunidad en combinación con ciertos objetivos de aprendizaje. El aprendizaje-servicio es también una filosofía de crecimiento humano y visión social; es una filosofía de reciprocidad, que implica un esfuerzo concertado para mover de la caridad a la justicia, del servicio a la eliminación de necesidades. Como una pedagogía, el aprendizaje-servicio es una educación que se conecta con la experiencia como base para el aprendizaje basado en la intencionalidad de la reflexión que posibilite el aprendizaje. El modelo de Kolb [6] ilustra el ciclo de aprendizaje experimental en cuatro fases: la experiencia concreta, reflexión en la experiencia, síntesis y conceptualización abstracta, y experimentación activa. Robert Sigmon [7] enuncia tres principios para el aprendizaje-servicio:

(1) Quienes reciben el servicio controlan el servicio que se proporciona.

(2) Quienes reciben el servicio llegan a ser más capaces de servir y ser servidos por sus propias acciones.

(3) Quienes sirven son también sujetos que aprenden y que tienen un control significativo sobre lo que se espera que aprendan.

Los objetivos que define el Aprendizaje Servicio son tres:

(1) Mejorar la calidad del aprendizaje establecido en los objetivos curriculares del curso, manteniendo niveles de exigencia académica.

[1] http://sitios.ruv.itesm.mx/portales/qep/homedoc.htm

(2) Los objetivos de servicio, que se traducen en un servicio o producto de calidad, que aporte solución a alguna problemática social real.

(3) La formación de valores de los estudiantes presentes en las actividades del curso, tales como la participación, la responsabilidad social, el emprendimiento, el respeto, solidaridad, entre otros.

Los métodos de IC se usan para documentar este proceso de tal forman que garanticen el uso de mejores prácticas y aseguren la credibilidad.

D. La Técnica Aprendizaje Basada en Investigación

El Tecnológico de Monterrey ha declarado una nueva técnica pedagógica llamada aprendizaje basado en investigación (ABI). El ABI, es una técnica didáctica en la que el proceso de enseñanza - aprendizaje se estructura en función de una metodología guiada y orientada al descubrimiento y construcción del conocimiento.

El objetivo académico es que los estudiantes participen en proyectos de investigación dependiendo de su grado, exponiéndolos al proceso y productos de las investigaciones como parte de la experiencia. El aprendizaje es el factor que interviene en la relación entre la enseñanza y la investigación puesto que es el proceso mediante el cual un individuo—profesor, investigador, estudiante, aprendiz— puede llegar a adquirir conocimiento. Para obtener el máximo beneficio de esta relación se requiere de un trabajo de planeación cuidadoso.

Existen diversos términos que se utilizan para describir la relación entre enseñanza e investigación. Algunas veces, estas iniciativas buscan promover la investigación y otras privilegian la enseñanza: (1) enseñanza orientada a la investigación (*research-led teaching*); (2) enseñanza (o aprendizaje) mejorado por la investigación (*research-enhanced teaching (or learning)*); (3) aprendizaje informado por la investigación (*research-informed learning*); (4) educación basada en investigación (*research based education*); (5) investigación basada en el aprendizaje (*research based learning*); y (6) investigación-enseñanza (*teaching-research*).

Las siguientes actividades se sugieren para este enfoque de aprendizaje: (1) descubrimiento de nuevas ideas; (2) cuidadosas investigaciones de problemas; (3) exposición de problemas; (4) explicación informada de teorías; (5) síntesis unificada de cuentas divergentes; y (6) aplicación de teoría a problemas prácticos.

La metodología de la IC es adecuada tanto para la técnica didáctica A-S como para la técnica ABI, debido principalmente a que es inherentemente social y por tanto semejante al A-S, y también porque provee de las herramientas necesarias para analizar el proceso de reflexión promovido por el A-S y el ABI. La IC también puede ser usada como una herramienta para detectar problemas sociales, lo cual es un interés directo del A-S.

En el Tecnológico de Monterrey existen 14 cursos diseñados con el método ABI que emplean metodologías de IC para conducir la investigación. En la siguiente sección se presentan tres de estos casos de estudio.

III. CASOS DE ESTUDIO

A. Primer Caso de Estudio

Con el objetivo de preparar mejor a los estudiantes y proporcionarles un ambiente de trabajo muy cercano al ambiente laboral, se han integrado en un sólo curso una materia de Ingeniería en Tecnologías Electrónicas (ITE) y una materia de la Licenciatura en Diseño Industrial (LDI) [8]. En este curso los ingenieros de pensamiento concreto y pragmático aprenden las metodologías de los diseñadores de pensamiento abstracto y creativo. Por el contrario, los diseñadores conocen con mucho más detalle las herramientas y tecnologías que usan los ingenieros.

Con el objetivo de impactar a nuestra sociedad, los profesores de este curso decidieron que los productos y sistemas que son creados e innovados en el mismo, tengan por objetivo mejorar la inteligencia social por lo que el paradigma que se usa es el Diseño de la Inteligencia Social (SID, por sus siglas en inglés). SID es un campo de estudio que integra y entiende las interacciones inteligentes y coordinadas entre humanos, artefactos y el ambiente. Los dominios de aplicación de SID son el diseño incluyente, los espacios de trabajo, la educación, el comercio electrónico, el entretenimiento, la democracia digital, las ciudades digitales, la política y los negocios. En el curso se ha descubierto que SID no solo está en el sistema o producto creado sino se da en dos niveles más: a nivel de los estudiantes y a nivel de los profesores.

Para concebir un sistema con estas características se usan técnicas etnográficas con tarjetas IDEO [9], las cuales demandan además de una observación de interacciones sociales, análisis cuantitativos y cualitativos de la información, además de herramientas creativas como el mapa mental, la técnicas de preguntas, la creación de escenarios, el diagrama de uso y el de flujo, el análisis morfológico, y despliegue de la función de calidad, entre otros. De manera paralela los estudiantes aprenden herramientas colaborativas que pueden usar a distancia así como a formalizar el método científico para documentar sus resultados y someterlos a publicaciones.

B. Segundo Caso de Estudio

Dentro de los planes de estudio de la Licenciatura en Mercadotecnia (LEM) y de la Licenciatura en Diseño Industrial (LDI) existe una asignatura llamada Análisis del Consumidor, cuyo objetivo es precisamente conocer en profundidad el comportamiento del consumidor desde una perspectiva individual, conociendo su manera de percibir, su proceso de aprendizaje, sus motivaciones, su personalidad y sus actitudes, y cómo estos factores constituyen y forman parte de la toma de decisiones del individuo.

De la misma manera se analizan aquellas fuentes externas de influencia, tales como grupos de referencia, la familia, la cultura, entre otros. Lo anterior le permite al alumno tener un contexto amplio y detallado de la forma en que los

consumidores toman sus decisiones en torno a la compra, incluyendo aquellas que se ven influidas por el alto o bajo involucramiento en la misma.

Precisamente, el uso de la IC es cada vez más utilizada en el campo del marketing, y concretamente en el estudio del consumidor, debido a la riqueza de información obtenida y al grado de profundidad alcanzado para comprender los comportamientos de los consumidores.

Un uso eficiente de la fotografía, la observación del participante, las notas de campo, los diarios de los consumidores, así como las entrevistas en profundidad, pueden dar mucha más riqueza al estudio requerido.

Debido a la relevancia de la IC en el campo del consumidor, resultaría de gran utilidad para el investigador contar con una herramienta o dispositivo que le permita, además de obtener los datos en tiempo real, colocarlos en ese mismo momento en el lugar adecuado para poder ser analizados y procesados. Lo anterior elimina aquella ardua tarea del investigador de transferir la información de un “destino” a otro, corriendo algunos riesgos que esto conlleva. Asimismo, es posible aprovechar la existencia de herramientas que apoyan el análisis de la información escrita, de imagen y sonido, como Atlas TI [10], por lo que la conjunción de estas dos herramientas permitirá al investigador realizar su tarea de una manera más eficiente, reduciendo de una forma importante el tiempo dedicado a actividades secundarias que no tienen que ver con el análisis de los resultados, pero que al final requieren de que el investigador invierta un tiempo muy valioso.

C. Tercer Caso de Estudio

En el Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro existe un grupo de investigación sobre nuevo urbanismo (NU) en México. El área temática de este grupo es el desarrollo sustentable. La cátedra de investigación Nuevo Urbanismo en México pretende analizar y adecuar algunos conceptos del Nuevo Urbanismo al contexto sociocultural, político y económico de México, haciendo uso de una visión centrada en la interdisciplinariedad y la trans-disciplinariedad, para crear herramientas de trabajo que permitan su adecuada aplicación en las ciudades medias mexicanas. Sus principales objetivos residen en proponer las adecuaciones necesarias (tanto metodológicas como técnicas) a los conceptos y herramientas desarrollados por el NU para que puedan ser utilizados adecuadamente en el contexto mexicano. De esta manera, se espera ofrecer a los urbanistas, planificadores urbanos, académicos y tomadores de decisiones mexicanos la documentación necesaria para poder utilizar los conceptos y herramientas del NU en los procesos de diseño y planificación urbana de las ciudades medias mexicanas.

Las líneas de investigación de este grupo son: patrones urbanos y arquitectónicos, patrones espaciales, participación social en el diseño (diseño incluyente o diseño participativo) y el crecimiento inteligente en ciudades mexicanas y canadienses haciendo un estudio comparativo. Para llevar a cabo nuevos diseños arquitectónicos, incluyentes y participativos se requiere de técnicas de IC.

IV. Plataforma Móvil Orientada a Servicios para la Investigación Cualitativa (SOMP-QR)

Para resolver el problema mencionado en el segundo caso de estudio y proveer una herramienta para soportar de mejor manera los procesos del primer y tercer caso de estudio, así como procesos similares de IC, proponemos la Plataforma Móvil Orientada a Servicios para la Investigación Cualitativa (SOMP-QR).

El componente principal de SOMP-QR es un servicio web que brinda servicio a diversos consumidores como clientes *web* y dispositivos móviles. Los usuarios del sistema son investigadores cualitativos quienes interactúan con otros miembros de su grupo a través de espacios de aprendizaje, donde los investigadores pueden crear ontologías. A través de un dispositivo móvil, un investigador puede subir recursos a su espacio de conocimiento como fotografías, audio o video, con alguna meta documentación. Finalmente, los investigadores pueden dar su interpretación del recurso y discutir a través de un navegador *web*, siguiendo la técnica de IC impresión de observador.

Las principales entidades de SOMP-QR son los *usuarios* (investigadores) del sistema, quienes pueden ser inscritos en un *grupo*. Los miembros de un *grupo* pueden interactuar dentro de un *espacio de conocimiento*. Un *espacio de conocimiento* tiene una *ontología*, la cual se compone por *conceptos* y *relaciones* entre *conceptos*. Finalmente, los *conceptos* pueden tener un conjunto de *recursos*, como texto, image o video, asociados por una *interpretación*. Al conjunto de recursos se le llama *artículo*.

La orientación a servicios de la plataforma hace posible que sea integrada en una arquitectura orientada a servicios (SOA, por sus siglas en inglés) [11], obteniendo sus beneficios, los cuales incluyen soporte a la heterogeneidad, descentralización, y tolerancia a fallos. Una arquitectura SOA específica que soporta los procesos de aprendizaje donde SOMP-QR puede ser integrado se presenta en [12]–[14]. En el siguiente apartado, se hace una breve explicación de la arquitectura de software de SOMP-QR.

A. Arquitectura de SOMP-QR

SOMP-QR funciona a través de la interacción de cinco componentes que se muestran en la Figura 1: Un servicio web (WSQR), una aplicación móvil (MQR), dos clientes *web* (*FrontEndQR* y *BackEndQR*), y una base de datos (QRDB). A continuación se describe la arquitectura de *software* a través de la definición de sus componentes, así como la interacción entre ellos:

1) *WSQR: Web Service Qualitative Research* es un servicio *web* WSDL [15], el cual es el núcleo del sistema. WSQR se encarga de la comunicación con la base de datos (QRDB), y de ejecutar toda la lógica de procesamiento. WSQR provee de servicio a los dispositivos móviles y a los clientes *web*.

   Los casos de uso de WSQR representan la interface de programación de aplicaciones (API, por sus siglas en

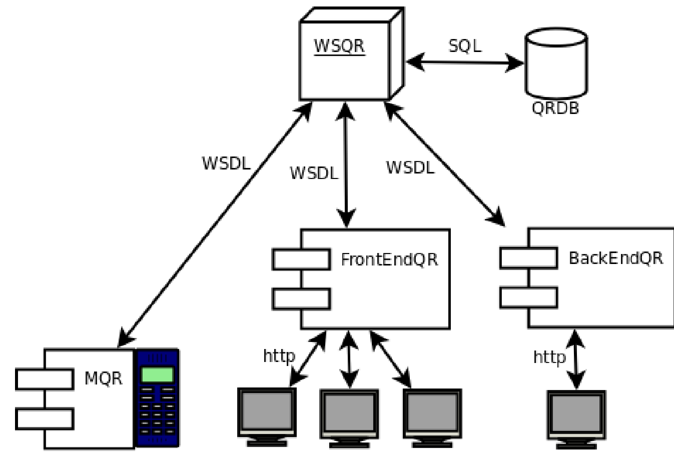


Fig. 1. Arquitectura de SOMP-QR

inglés), del servicio web. El API provee funciones para crear, acualizar y eliminar artículos, conceptos, espacios de aprendizaje, grupos, ontologías, relaciones y usuarios. Para soportar las funciones administrativas de los clientes *web* y el proceso de operación en el que las entidades participan, WSQR también cuenta con funciones para inscribir un usuario en un grupo, eliminar un usuarios de un grupo, asignar un grupo a un espacio de conocimiento y eliminar un grupo del espacio de conocimiento. Además de las funciones *authentication()* y *endSession()*, que permiten iniciar y terminar la sesión de trabajo de un usuario. Las llamadas al API *sendEmailNotification()* y *sendSMSNotification()*, permiten al sistema enviar mensajes de correo electrónico y notificaciones vía SMS sobre nuevos recursos o interpretaciones en el espacio de conocimiento de los investigadores. Cuando llega el momento en que los investigadores suben recursos a la plataforma, los relacionan con conceptos y dan su interpretación, se hace a través de las funciones del API *uploadResource()*, que se encarga del alojamiento de archivos como imágenes y video en el servidor *web*. La asociación de un recurso con un concepto, puede hacerse a través de la llamada al API *assignResource2Concept()*.

La función *metaDocumentResource()* guarda datos relacionados con el recurso como el nombre del autor, fecha, lugar, fecha de envío, formato y título. Las funciones que permiten a los investigadores dar su interpretación a los artículos y recursos son: *DocumentArticleConcept()* y *DocumentResourceConcept()*.

Finalmente, WSQR tiene funciones para recuperar datos en diferentes formatos.

2) *MQR*: *Mobile Qualitative Research* es la aplicación del dispositivo móvil. MQR se comunica con WSQR para llevar a cabo sus funciones. La funcionalidad básica de MQR se basa en obtener recursos como una fotografía, audio, video o texto para una investigación cualitativa, y enviarlos a través de un dispositivo móvil —e.g. un teléfono celular — junto con alguna meta documentación. La funcionalidad de este cliente comparada con los otros clientes es más limitada, ya que está diseñado para una tarea en específico: Proveer al investigador de una herramienta que le permita obtener datos en tiempo real y ponerlos en un lugar adecuado donde los datos puedan ser analizados y procesados.
3) *FrontEndQR:* El cliente *web Front End Qualitative Research*, es una aplicación *web* que se comunica con WSQR para llevar a cabo sus funciones. FrontEndQR tiene funciones para ayudar al investigador en una investigación cualitativa como la interpretación de un recurso o una colección de ellos, así como la creación de ontologías.
4) *BackEndQR:* El cliente web *Back End Qualitative Research*, es una aplicación *web* que se comunica con WSQR para proveer una funcionalidad administrativa al usuario, como la gestión de usuarios, grupos y espacios de aprendizaje.

Ya con la arquitectura de la plataforma descrita, en la siguiente sección se presenta el proceso de operación de la plataforma.

V. Proceso de Operación

En esta sección se describe un proceso de operación común de SOMP-QR. Al comienzo de un curso o proyecto de investigación, el administrador del sistema —e.g. profesor, líder de investigación—, crea el espacio de conocimiento en BackEndQR, posteriormente crea el grupo para el espacio de conocimiento, y en seguida crea los usuarios para cada uno de sus estudiantes o compañeros de investigación, y los asigna al grupo. El término investigador se empleará en el resto de esta sección para hacer referencia hacia los estudiantes como usuarios del sistema.

Una vez realizadas las acciones administrativas en BackEndQR, los usuarios creados pueden acceder al resto de los clientes. Un usuario que accede a FrontEndQR, puede ver los espacios de aprendizaje disponibles para él. Para cada espacio de conocimiento, el investigador puede escoger ver y editar la ontología, y el sistema desplegará el mapa de conceptos de la ontología, el cual incluye todos los conceptos y las relaciones entre ellos. Además, el investigador puede crear nuevos conceptos y nuevas relaciones entre los conceptos.

Ya con la ontología definida, tanto la aplicación como el investigador están listos para la investigación de campo. Para ello, el investigador toma su dispositivo móvil con él. Durante la investigación de campo, el investigador toma fotografías, graba videos y entrevistas. Entonces en su dispositivo móvil, el investigador puede iniciar la aplicación MQR. Si no la tiene instalada, el investigador la puede bajar e instalar a través del navegador *web*. Una vez que MQR se está ejecutando, le muestra al usuario las opciones ‘ver ontología’ y ‘subir recurso’.

La opción ‘ver ontología’, muestra los conceptos en la pantalla del dispositivo móvil, y también las relaciones de cada

concepto con los demás, así como los recursos asociados a cada concepto.

La opción 'subir recurso' accede al sistema de archives del dispositivo móvil, para que el investigador seleccione la imagen o grabación que desea subir, y la sube directamente a su espacio de conocimiento. MQR de manera automática agrega al recurso el nombre del autor y la fecha, y el investigador tiene la opción de agregar más meta documentación al recurso, como el lugar y una pequeña descripción. Posteriormente el investigador puede asociar el recurso con un concepto de la ontología.

Una vez que el investigador termina con la fase de trabajo de campo, regresa a su lugar habitual de trabajo y accede nuevamente a FrontEndQR. Cuando el investigador entra a su espacio de conocimiento y selecciona alguno de los conceptos, el sistema mostrará los recursos asociados al concepto. Entonces el investigador puede seleccionar un recurso y escribir su interpretación sobre la relación del recurso con el concepto. Los investigadores también pueden ver todas las interpretaciones que el recurso tiene, incluyendo las que han hecho otros investigadores en el mismo espacio de trabajo.

Aquí es donde puede verse cómo los investigadores utilizan muy poco tiempo ordenando, clasificando y analizando los datos para su investigación, comparado con la forma tradicional de trabajo donde los investigadores tienen que subir los recursos a su computadora personal, posteriormente ordenarlos y clasificarlos manualmente, para después proceder a compartirlos con sus compañeros de grupo.

VI. Conclusiones

La IC provee de herramientas adecuadas para analizar el proceso de reflexión tanto del A-S como del ABI, destacando que la IC puede ser usada como un herramienta exitosa para la detección de problemas sociales que son de interés especial para el A-S.

SOMP-QR incrementa el potencial de las técnicas de IC debido a su orientación a servicios y a la flexibilidad de la tecnología móvil, lo cual permite hacer más eficiente el proceso de ordenación, clasificación y análisis de datos para realizar IC.

Referencias

[1] Traxler, J.: "Current State of Mobile Learning". In: *Mobile Learning: Transforming the Delivery of Education and Training*. Athabasca University Press, 9-24, 2009.

[2] Miles, A.M., Huberman, M. *Qualitative Data Analysis—Expanded Sourcebook*. Sage., Thousand Oaks, CA, 1994.

[3] Guba, E.G.: "Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging influences". In: *The Sage Handbook of Qualitative Research* (3rd ed.). Sage, CA, 191–215, 2005.

[4] Marshall, C., Rossman, G.B.: *Designing Qualitative Research*. Sage, CA, 1998.

[5] Polonsky, M.J., Waller, D.S.: *Designing and Managing a Research Project: A Business Student's Guide. Sage*, Thousand Oaks, CA, 2004.

[6] Coffield, F., Moseley, D., Hall, E., Ecclestone, K.: "Learning styles and pedagogy in post-16 learning a systematic and critical review". Technical report, Learning and Skills Council and the Department for Education and Skills, 2004.

[7] Sigmon, R.: "Service learning: Three principles". *Synergist*, 3, 1979.

[8] Cárdenas, C., Moysen, R., Palma, D., Loya, E., Signoret, C.: "Sid-based education in multidisciplinary courses with collaborative learning". In: *7th International Workshop on Social Intelligence Design*, 2008.

[9] IDEO, IDEO Method Cards: 51 ways to inspire design.

[10] Muhr, T.: "Atlas/ti — a prototype for the support of text interpretation". *Qualitative Sociology* 14(4) 349–371, 1991.

[11] Erl, T.: *Service-Oriented Architecture: A Field Guide to Integrating XML and Web Services*. Prentice Hall PTR, 2004.

[12] Dodero, J.M., Torres, J., Aedo, I., Díaz, P.: "Beyond descriptive eml: Taking control of the execution of complex learning processes". In: *Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables (SPDECE 2005)*, 2005.

[13] Torres, J., Cardenas, C., Dodero, J., Aedo, I.:" A grid-based architectural framework for composition and execution of complex learning processes". In: *Advanced Learning Technologies, 2008. ICALT '08. Eighth IEEE International Conference on*. 61–63, 2008.

[14] Torres, J., Juárez, E., Dodero, J.M., Aedo, I.: "Advanced transactional models for complex learning processes". In: *Recursos Digitales para el Aprendizaje*, 2009.

[15] W3C. *Web Services Description Language (WSDL)*, version 2.0. Technical report, World Wide Web Consortium (W3C), 2007.



Jorge Torres es Licenciado en Sistemas Computacionales (1994) y Master en Administración de Tecnologías de Información (1998) por el Tecnológico de Monterrey, México. Obtiene un Ms.C. en Ciencias y Tecnologías Computacionales (2005) y su disertación del programa doctoral se encuentra en proceso en la Universidad Carlos III de Madrid.

Ha trabajado en el Departamento de Sistemas Computacionales del Tecnológico de Monterrey desde 1998 como profesor-investigador de tiempo completo. En el 2008 fundó y desde entonces dirige el grupo de investigación: Sistemas Distribuidos y Adaptativos en Tecnología Educativa, DASL4LTD (C-QRO-17/07) del Tecnológico de Monterrey. Es coautor de más de 30 comunicaciones en conferencias internacionales de investigación en informática y dos capítulos de libros. El Prof. Torres es miembro de IEEE, de la ACM y miembro del Capítulo Español del ACM Special Interest Group on Computer Science Education (SIGCSE).

Sus principales intereses de investigación incluye tecnologías para el soporte al aprendizaje, ingeniería de software, sistemas distribuidos y servicios web y web semántica. Ha participado en diferentes proyectos de investigación relacionados con: Web Services Enhanced Learning and computer supported education.



César Cárdenas es Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones graduado con Honores por el Tecnológico de Monterrey, Campus Querétaro en 1991. Maestro en Comunicaciones por Satélite de Telecom Paris en Toulouse, Francia en 1995. Terminó de cursar todo el programa de Maestría en Administración con especialidades en dirección estratégica y comercio internacional en la Universidad de Guanajuato en 1999. Curso el programa de verano de la International Space University en 1997 hospedado en Rice University y el JSC NASA en Houston, EUA. Actualmente es estudiante de Doctorado en Telecomunicaciones con especialidades en redes y ciencias computacionales en Telecom ParisTech en Paris, Francia, y profesor adscrito de la Cátedra Sistemas Distribuidos y Adaptativos en Tecnologías Educativas, DASL4LTD (C-QRO-17/07) del Tecnológico de Monterrey, México.

Fue Director de los Programas Académicos de Electrónica de 1997 a 2003. Presidente del Consejo Rector de Acreditaciones de 1999 a 2001. Coordinador Académico de la Maestría en Telecomunicaciones de 1999 a 2001. En el año 2000 fue invitado por la UNAM como Investigador para realizar el estudio nacional del impacto del cambio de horario de verano en México.

Actualmente es Profesor del Departamento de Mecatrónica en el Tecnológico de Monterrey Campus Querétaro. Publicó dos capítulos de libro

sobre transferencia de tecnología y enseñanza a distancia en el sector aeroespacial (Kluwer 1998), un capítulo de libro sobre tecnología Grid para procesos de enseñanza complejos (IN-TEH 2010). Tres artículos en revistas indizadas sobre educación en ingeniería y más de 30 artículos en conferencias internacionales sobre educación, redes de nueva generación y sistemas socio-tecnológicos. Sus intereses actuales de investigación son las arquitecturas de las redes del futuro en dominios de alto impacto social, así como manufactura de nueva generación y educación en ingeniería del futuro.

El Profesor Cárdenas es miembro del ACM. Revisor de artículos científicos en varias conferencias de la IEEE (FIE, Globecom, ISCC), ha sido moderador de mesas de trabajo en varios congresos internacionales (ACM/SIGAPP/SAC y FIE) y evaluador de revistas indizadas en Sciencedirect (Mathematical Applications, Parallel Computing). Fue presidente del Comité de Programa del 3er Congreso Mexicano de Robótica en 2001. Es actualmente Presidente de la IEEE Sección Querétaro.



Juan Manuel Dodero es Licenciado en Informática por la Universidad Politécnica de Madrid desde 1993 y Doctor en Ingeniería Informática por la Universidad Carlos III de Madrid desde 2002. Sus campos principales de investigación son la ingeniería del software y de la web, con una dedicación especial a sus aplicaciones en el aprendizaje asistido por ordenador.

Ha trabajado como Ingeniero de I+D en Intelligent Software Components S.A. y como profesor ayudante y después titular en la Universidad Carlos III de Madrid. En 2008 obtuvo una plaza de Profesor Titular en la Universidad de Cádiz, España. Es coautor de más de una docena de publicaciones en revistas internacionales indexadas, cinco capítulos de libros y más de 40 comunicaciones en conferencias internacionales de investigación en informática.

El Prof. Dodero es miembro de la ACM, fundador y miembro del comité directivo del Capítulo Español del ACM Special Interest Group on Computer Science Education (SIGCSE) y miembro fundador de la Sociedad Iberoamericana para el Avance de la Tecnología Educativa (SIATE). En 2005 recibió una distinción al investigador joven del Comité Técnico de Tecnologías Educativas del IEEE por sus contribuciones durante la primera etapa postdoctoral a la investigación en este campo.



Eduardo Juárez es ingeniero en sistemas computacionales por el Tecnológico de Monterrey, Campus Querétaro (2008). Actualmente estudia la Maestría en Administración de Tecnologías de Información en la misma institución.

Desde 2008 es Asistente de investigación en la cátedra Sistemas Distribuidos y Adaptativos en Tecnologías Educativas, DASL4LTD (C-QRO-17/07) del Tecnológico de Monterrey, México. Ha publicado diversos trabajos de investigación que se han traducido en más de 10 comunicaciones en conferencias internacionales y un capítulo de libro. El Ing. Juárez recibió en 2009 el Reconocimiento a la Excelencia Académica de la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería de México.

Ambiente de Aprendizaje Móvil Basado en Micro-Aprendizaje

José Martín Molina, David Romero

Title—**Mobile Learning Environment based on Micro-Learning**

Abstract—**This paper introduces a mobile learning environment based on micro-learning. The micro-learning model presented is an extension to the ontological model defined at the University: Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, México - for mobile learning resources classification and management. The micro-learning model proposed is based on a Web-didactics model. This mobile learning model based on micro-learning provides students "self-learning" capabilities by allowing them to create their own navigation chart between mobile learning resources, topics and courses. The micro-learning model has been partially implemented in a Web system, integrated with a knowledge management system for mobile learning environments. The micro-learning system set-up and implementation focuses on a sequence definition of flashcards using Leitner classic model or a decision tree predefined by a teacher.**

Index Terms—**Micro-Learning, Mobile Learning, e-Learning Environment, e-Learning Methodologies.**

I. Introducción

La tecnología móvil ha traído consigo un gran potencial para ser usada en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La convergencia digital de la tecnología móvil y el aprendizaje electrónico (*e-learning*) han dado origen al aprendizaje móvil (*m-learning*) en respuesta a las necesidades de aprendizaje de una sociedad cada vez más dinámica, en donde el tiempo disponible para la adquisición o repaso de nuevos o existentes conocimientos en adaptación a un entorno continuamente cambiante parece reducirse. El aprendizaje móvil se caracteriza de esta forma por su capacidad de entregar contenidos de aprendizaje sin fronteras de tiempo ni espacio a través de dispositivos móviles, tales como teléfonos celulares, agendas electrónicas, pequeñas computadoras y/o todo dispositivo de mano que tenga alguna forma de conectividad inalámbrica con la finalidad de maximizar los tiempos disponibles para el aprendizaje. Es así que el aprendizaje móvil representa una nueva posibilidad para acceder a diversos recursos de aprendizaje desde cualquier lugar y en cualquier momento, dando la oportunidad al estudiante de aprender en el instante, escenario y contexto más adecuados en relación a su objetivo y estilo de aprendizaje.

J. M. Molina, D. Romero, Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, Calle del Puente 222, Col. Ejidos de Huipulco, 14380, Tlalpan, México D.F., México (e-mail: jose.molina@itesm.mx, david.romero.diaz @gmail.com).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

En este artículo, se presenta al aprendizaje móvil como un recurso invaluable para la productividad del estudiante en donde la movilidad, los tiempos de traslados y los tiempos de espera o muertos se logran capitalizar a través de estrategias de micro-aprendizaje entregadas a través de dispositivos móviles que se integran a la vida diaria del estudiante.

El binomio aprendizaje móvil + micro-aprendizaje pone por un lado los recursos de aprendizaje al alcance de la mano del estudiante donde quisiera que se encuentre, mientras que por el otro lado logra la dosificación adecuada de contenido sin crear la sensación de demasiada información como puede presentarse en otras estrategias del aprendizaje electrónico.

II. Micro Aprendizaje

A. *Definición*

Micro-aprendizaje es definido por Hug 2009 [1] en términos de momentos o episodios especiales de aprendizaje que utilizan contenidos o tareas especiales dentro de pequeñas etapas.

El término de micro-aprendizaje comenzó a utilizarse desde el año 2002, y debe de distinguirse del término de micro-enseñanza [2], el cual se refiere a apoyar a los profesores en el mejoramiento de la práctica de enseñanza tanto en los métodos como en los contenidos.

B. *Características*

El término micro-aprendizaje está relacionado con micro-contenidos y micro-medios. Para ampliar su definición se deben de considerar sus características en cuanto a tamaño, tiempo, forma de entrega y contenido. Al revisar la definición ofrecida por Hug 2009 [1], los momentos o episodios mencionados pueden variar dependiendo de la pedagogía o de los medios involucrados, pero en términos de escala del tiempo y contenido involucrados se pueden considerar constantes.

De acuerdo a Hug 2009 [1], se pueden considerar los niveles de macro, meso y micro dentro del aprendizaje. Cada uno de estos niveles tiene un significado distinto de acuerdo al área en que se aplique, por ejemplo: considerando el aprendizaje de idiomas, se considera a nivel macro lo relativo a la semántica compleja y a las características socio-culturales del idioma. A nivel meso encontramos situaciones o episodios específicos y a nivel micro las oraciones, frases o vocablos del idioma. Si consideramos la estructura de un curso, a nivel macro encontraríamos la estructura curricular, a nivel meso los temas o lecciones y a nivel micro los objetos de aprendizaje. Esta clasificación en tres niveles propone una base de granularidad para poder determinar el significado de micro dentro de cada

ISSN 1932-8540 © IEEE

área en la cual se aplique el micro-aprendizaje. De esta manera, se puede afirmar que el aspecto de tamaño en el micro-aprendizaje se refiere al grano más fino definido dentro del área en que se este aplicando. En cuanto al tiempo, el micro-aprendizaje se refiere a la realización de esfuerzos pequeños hechos en períodos de tiempo cortos en sesiones de 5 a 15 minutos. Dado que el tamaño en el micro-aprendizaje es pequeño, el tiempo para su revisión o estudio es corto [1].

La forma de entrega y el tipo de contenido del micro-aprendizaje puede ser muy diverso. Se pueden emplear un gran número de pedagogías que incluyen el aprendizaje reflexivo, pragmático, conceptual, constructivista y conectivista. Así mismo, se consideran los métodos de aprendizaje por la acción, tareas de aprendizaje, ejercicios de aprendizaje, aprendizaje basado en problemas… como formas de entrega de micro-aprendizaje. En cuanto a los tipos de contenido de micro-aprendizaje se incluyen: textos, imágenes, audios y videos, cuyas fuentes principales pueden ser libros, radio, TV, PC, Internet, etc. [1].

C. *Diseño Instruccional*

Hug 2009 [1], sitúa al micro-aprendizaje como un rol importante que siempre ha estado presente dentro del contexto del aprendizaje institucional. La pregunta es cómo un conjunto de micro-pasos y actividades de aprendizaje cortas son posicionadas, situadas, contextualizadas, combinadas, complementadas, contrastadas, etc. dentro de un ambiente institucional que contiene fuerzas y contextos diferentes. Swetrz 2005 [3] muestra un ejemplo de organización de micro-aprendizaje basado en multi-componentes llamado didáctica basada en Web.

D. *Didáctica basada en Web*

La didáctica basada en Web no propone un modelo instruccional único (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en casos, etc.) sino un conjunto de modelos didácticos que fueron aprobados en la tradición de la educación. Esos modelos fueron definidos de acuerdo al tamaño de la pantalla de despliegue del usuario. El objetivo de la didáctica basada en Web es la presentación de una base de conocimiento estructurado y sistematizado que toma en cuenta diferentes modelos didácticos permitiendo el aprendizaje individualizado.

La preparación de la base del conocimiento comienza mediante la descontextualización del conocimiento de sus fuentes existentes y su re-organización con base en la granularidad de los elementos que pueden ser presentados mediante dispositivos computacionales.

Podemos distinguir diferentes tipos de medios agrupados de acuerdo a su objetivo: medios de comunicación sincrónica (mensajes en línea, audio-conferencia, video-conferencia), medios de comunicación asincrónica (correo electrónico, foros de discusión, listas de correo), medios de presentación de contenidos (animaciones, audios, fotos, dibujos, tablas, texto, video) y medios de interacción (formularios, navegación de páginas Web, aplicaciones compartidas).

Los tipos de conocimiento son usados como una brújula instruccional en el auto-aprendizaje. La didáctica basada en Web distingue tres tipos de conocimiento: receptivo (recepción pasiva por parte del estudiante), interactivo (se ofrece la posibilidad de interacción del estudiante con el dispositivo computacional) y colaborativo (el estudiante coopera y se comunica con otros estudiantes). Finalmente la didáctica basada en Web define para el proceso de descontextualización las unidades de aprendizaje y sus relaciones. Cada unidad de aprendizaje está compuesta jerárquicamente por unidades de conocimiento quienes a su vez están compuestas por un conjunto de medios. En esta estructura no se definen las relaciones existentes entre unidades de aprendizaje, sino sólo en la composición de cada unidad. Cada unidad debe ser única dentro de una base de conocimiento. El conjunto de unidades de conocimiento y de medios que contiene son relacionados con otras unidades de conocimiento y/o de medios de la misma base de conocimiento. Los tipos de relaciones son de tipo asociativo y jerárquico. Así se pueden distinguir los conceptos que están subordinados a otros o bien simplemente asociados a otros del mismo nivel.

Una vez que el proceso de descontextualización ha terminado viene el proceso de re-contextualización del conocimiento para poder colocar conceptos en un esquema fácilmente usable en una plataforma de entrega computacional. El proceso de re-contextualización consiste esencialmente en tipificar las relaciones entre unidades de aprendizaje, de conocimiento y de medios de comunicación entre sí a través de la definición de ligas de navegación didácticas que permiten al usuario la capacidad de elegir su propio camino de aprendizaje. Este proceso se basa en la definición cuatro modelos: (1) Modelos de medios, (2) Modelos nivel micro, (3) Modelos nivel macro, y (4) Modelos nivel curso.

En los modelos de medios, se especifica la forma en que el profesor desea abordar un concepto. Esta podría ser en un acercamiento de lo concreto a lo abstracto (de un texto a un video, pasando por tablas, dibujos, animaciones, audios y fotografías) y el proceso inverso que es de lo abstracto a lo concreto (a partir de un video para terminar en un texto, pasando por la misma gama de contenidos pero en sentido inverso).

En los modelos a nivel micro, las relaciones o secuencias didácticas entre elementos se basan en la técnica didáctica elegida (aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje basado en ejemplos, etc.).

De esta manera cada técnica didáctica propondrá un orden distinto para la presentación y re-uso de unidades de aprendizaje, de conocimiento y de medios. Por ejemplo, para el aprendizaje basado en problemas [4] se propone el siguiente orden de pasos: presentación y lectura del escenario, definición del problema, lluvia de ideas, clasificación, definición de objetivos de aprendizaje, investigación y presentación, y discusión de resultados. Cada uno de estos pasos sería representado por unidades de conocimiento y de medios asociados. Estas unidades de conocimiento y medios podrían ser ligados a otras unidades de aprendizaje, de conocimiento o de medios permitiendo el re-uso de los componentes y la posibilidad de auto-navegación por parte del alumno.

En los modelos a nivel macro, se refieren a la relación entre unidades de aprendizaje. Estas relaciones son basadas en el modelo didáctico que se desea presentar: modelo inductivo, modelo deductivo, modelo en espiral, modelo constructivista,

modelo de red, modelo guiado. Finalmente, en los modelos a nivel curso, se definen las relaciones que existen entre varios cursos. Normalmente este tipo de relaciones son de tipo transversal.

E. Uso de Micro-Aprendizaje

El uso del micro-aprendizaje se sitúa dentro de las economías del conocimiento donde existe un incremento en las dependencias económicas en la generación, circulación y uso de conocimiento de valor o productivo, con propiedades de acceso instantáneo cuyo uso es buscado por la fuerza de trabajo para el re-entrenamiento y el aprendizaje para la vida.

III. Modelo de aprendizaje móvil

En Agosto de 2008, el Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México inició el proyecto "Tecnología Educativa para el Aprendizaje Móvil" con el objetivo de promover el potencial de las tecnologías de información y comunicaciones como una estrategia innovadora para enriquecer la enseñanza con aprendizaje activo centrado en el estudiante, así como habilidades para el uso de la tecnología móvil, ambos elementos fundamentales del modelo educativo institucional.

El aprendizaje móvil en el Tecnológico de Monterrey, se concibe como la convergencia digital en el uso de la tecnología móvil e inalámbrica durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, a través del cual se le brinda al estudiante la flexibilidad en tiempo y espacio para la auto-gestión de su formación académica, al facilitar su interacción con los elementos del contexto educativo en un ambiente de movilidad.

Esta experiencia toma como referente el proyecto de aprendizaje móvil implementado en la Universidad Virtual de la misma institución, con la distinción de complementar el aprendizaje presencial con los beneficios que brinda el uso de dispositivos móviles como herramientas didácticas.

Los ejes para el desarrollo del proyecto se traducen en el diseño y la aplicación de recursos multimedia (video, audio, textos, documentos, encuestas y exámenes) diseñados por los docentes para su aplicación en respuesta a las necesidades de aprendizaje dentro y fuera del aula, como elementos esenciales de los contenidos temáticos y/o complementarios de los cursos.

La infraestructura que le brinda soporte a este proyecto de aprendizaje móvil facilita el acceso a las herramientas tecnológicas institucionales que incluyen la plataforma educativa (Blackboard®), la biblioteca digital, recursos de fuente abierta, aplicaciones institucionales y diversas herramientas de la Web 2.0 enfocadas a la educación; así como el Sistema de Administración del Conocimiento para el Aprendizaje Móvil (SICAM) y el Portal WAP (*Wireless Application Protocol*), éstos dos últimos enfocados a la gestión administrativa del proyecto de aprendizaje móvil.

IV. Modelo pedagógico para el uso de micro-aprendizaje

Se ha creado una definición ontológica de los diferentes tipos de contenidos [6] empleados en un modelo de aprendizaje móvil [5] que han servido para el diseño e implantación de un Sistema de Administración del Conocimiento para el Aprendizaje Móvil (SICAM). El principal objetivo del sistema actual es el uso de estos recursos a través de dispositivos móviles en diferentes actividades que apoyen la enseñanza en el aula.

El sistema SICAM actual permite la creación y administración de recursos disponibles, así como su consumo a partir de un portal móvil. El SICAM permite a los profesores la definición de recursos y su planeación dentro de un curso. Para cada curso se definen los temas y subtemas del curso. Cada tema o subtema contiene un conjunto de recursos, a los cuales se asocian características que permiten clasificarlos.

Las características que son definidas para cada recurso asociado a un tema o subtema tienen que ver con el enfoque de presentación del contenido (actitudinal, conceptual, informativo y procedimental), la estrategia de presentación (actividad, conferencia, debate, descripción, ejemplo, etc.), el tipo de recurso (audio, cuestionario, documento, etc.), el estilo de aprendizaje (auditivo, visual, kinestético) y el enfoque de aprendizaje (reflexión, contexto teórico, innovación, transferencia, etc.). Estos recursos son usados por los profesores como un apoyo en la enseñanza presencial primordialmente aunque también se asignan actividades de auto-aprendizaje y auto-evaluación.

A. Extensión del SICAM: Propuesta de Modelo basado en Micro-Aprendizaje

Tomando como base el sistema actual SICAM se propone un modelo de extensión basado en la metodología propuesta por la didáctica basada en Web [3] para poder extender el uso del SICAM en actividades de aprendizaje auto-dirigidas por el estudiante. Esta extensión consiste en la definición de los procesos de contextualización y su posterior re-contextualización de los contenidos que están definidos dentro de los temas de un curso.

1) Descontextualización

El proceso de descontextualización propone que los recursos sean transformados a una granularidad que pueda ser manejada por los dispositivos computacionales en los cuales se desplegarán hacia los estudiantes. En el caso del SICAM los recursos que son empleados ya han sido seleccionados por los profesores para que cumplan con características de despliegue en dispositivos móviles. Se realizó una asociación de la ontología del SICAM con los tipos de medios de comunicación y los tipos de conocimiento definidos en la didáctica basada en Web.

Con respecto a los tipos de medios de comunicación se asociaron las características de tipo de recurso a los diferentes tipos de medios de comunicación. Esta asociación se resume en la Figura 1. Actualmente la unidad principal en el modelo del SICAM son los recursos que son productos multimedia creados por profesores, alumnos o extraídos de Internet.



Fig. 1. Extensión a la definición de tipos de recursos



Fig. 2. Definición de recursos de acuerdo a la estrategia de presentación

La extensión del SICAM implicará que el profesor proponga un cierto orden para la navegación autónoma del estudiante, lo cual provocará no sólo el uso de recurso sino la definición de pasos o actividades a realizar. Esto trae como consecuencia que se deban de tomar en cuenta aspectos de comunicación sincrónica o asincrónica del alumno con otros estudiantes, profesores, etc. A inclusión de estos medios de comunicación sería la primera extensión al modelo SICAM actual. Con esta extensión los profesores serán capaces de definir, por ejemplo, una etapa de comunicación al interior de un equipo de trabajo para la realización de una lluvia de ideas ya sea al mismo tiempo mediante mensajería instantánea, o en tiempos distintos mediante un foro de discusión.

Siguiendo con los tipos de conocimiento de la didáctica basada en Web, se organizarán los recursos de acuerdo a su estrategia de presentación clasificándolos en recursos relacionados con un conocimiento receptivo, interactivo o colaborativo. El resumen de la clasificación se presenta en la Figura 2.

La extensión propone que las unidades de aprendizaje sean definidas en base a los temas que conforman un curso. Creemos que si las unidades de aprendizaje fueran definidas en términos de cursos, su granularidad sería demasiado gruesa y probablemente disminuiría considerablemente su capacidad de re-uso. En contraste, seleccionar los recursos como unidades de aprendizaje creemos que sería una selección con un grano demasiado fino que eventualmente complicaría su administración, búsqueda y por lo tanto su re-uso. Creemos que al considerar cada tema como una unidad de aprendizaje se podrá definir sus componentes en base al conjunto de recursos asociados y a su vez estos podrán ser ligados con otras unidades de aprendizaje u otros recursos para ser re-usados. La definición de estas ligas es el objetivo central del proceso de re-contextualización.

2) Re-contextualización

En la extensión del modelo, el proceso de re-contextualización de los recursos consiste en la agregación de elementos de meta-datos en la definición de cada recurso y tema. Estos meta-datos permiten la relación entre los diferentes elementos del sistema desde el punto de vista de los cuatro modelos definidos en la re-contextualización (de medios, nivel micro, nivel macro, nivel de curso). La extensión al modelo actual consiste en la definición de las siguientes categorías de meta-datos para cada tema y recurso definido en SICAM:

- Entrada de diccionario. Cada tema o recurso deberá tener un identificador único que pueda ser representado como una entrada (palabra) en un diccionario. En términos computacionales esto se refiere a la definición de una llave única de identificación. Se podrán definir ligas didácticas con otras entradas relacionadas.
- Tipo de conocimiento. Cada tema o recurso definirá si se trata de conocimiento receptivo, interactivo o colaborativo. Se podrán definir ligas didácticas que conecten con otros temas o recursos del mismo tipo.
- Tipo de medio. Cada tema o recurso contendrá ligas didácticas hacia delante o hacia atrás con base en la secuencia de presentación del elemento bajo un esquema de concretización o de abstracción del concepto o conocimiento.
- Relaciones

- Nivel macro. Al final de cada tema, se tomará en cuenta la técnica didáctica que sigue el curso para determinar el siguiente tema que el alumno deberá abordar.
- Nivel curso. En cualquier momento, los temas o recursos podrán contener ligas didácticas transversales para asociar a otros cursos. Para nuestro caso, se ha pensado en las relaciones transversales definidas en el alcance de competencias a través de los cursos de un plan de estudios.
- Asociación. Cada tema o recurso(s) podrá contener ligas didácticas que relacionen el elemento actual con otros elementos relacionados de manera jerárquica o asociativa.

V. Sistema de micro-aprendizaje

Con base en la extensión en la clasificación de recursos propuesta al SICAM se realizó el diseño e implantación de un sistema basado en micro-aprendizaje. El diseño fue basado en una arquitectura orientada a servicios, esto permitió la inter-operación del sistema desarrollado y la versión actual del SICAM.

En el sistema desarrollado se ha implantado parcialmente la extensión al modelo de clasificación de recursos. Netamente las funciones que permiten a un profesor la definición de ligas didácticas en el modelo de medios del proceso de re-contextualización. Para el desarrollo de estas nuevas funciones se creó un sistema que permite la creación de recursos de tipo tarjetas de micro-aprendizaje en las cuales el profesor puede elegir una secuencia de presentación al alumno basado en el sistema de tarjetas de Leitner [7] o bien basado en un árbol de decisión diseñado por el propio profesor. Para el diseño de este sistema se siguieron las recomendaciones de mejores prácticas para sistemas basados en tarjetas [8].

A. El sistema de tarjetas de Leitner

El sistema de tarjetas de Leitner se basa en el grado de dificultad para entender los conceptos vertidos en una tarjeta. Entre más difícil de comprender el contenido por el estudiante, mayor es el número de veces que tendrá que repetirla. De manera inversa, entre más fácil de comprender menor es el número de repeticiones de dicha tarjeta por el estudiante. La repetición de cada tarjeta es espaciada o programada de tal manera que el estudiante dedica más tiempo de estudio al material más difícil. El material que ha sido retenido es estudiado ocasionalmente para evitar su olvido.

1) Estructura y funcionamiento

El sistema se compone de 5 pilas de tarjetas, las cuales son numeradas del 1 al 5. Al inicio, todas las tarjetas son colocadas en la pila 1. Cada vez que una tarjeta es comprendida, se coloca en la pila siguiente. De esta forma, las tarjetas cuyo contenido está bien entendido comienzan a moverse de la pila 1 a la pila, 2 hasta llegar a la pila 5. Las tarjetas que llegan a la pila 5, ahí permanecen.

Cuando el material de un tarjeta no es comprendido se coloca en la pila 1, sin importar la pila de procedencia de la tarjeta. La programación de repetición de tarjetas en cada fila se define en la Tabla 1.

La definición de la secuencia de las tarjetas de micro-aprendizaje a través de un árbol de decisión se basa en una secuencia definida por el profesor para elegir los posibles caminos de secuencia en base a las respuestas de los alumnos al contendido presentado en cada tarjeta. En un árbol de decisión, existe una raíz, una o varias hojas y un conjunto de ramas. La raíz se define como la tarjeta inicial que no tiene predecesores. Las hojas son definidas a través de tarjetas que marcan el fin de la actividad y que no tienen sucesores. Las ramas son tarjetas que tienen uno o más predecesores y sucesores. Estas ramas determinan los posibles caminos que un estudiante puede seguir en base a su respuesta correcta o incorrecta realizada al final de cada tarjeta.

Gracias a la utilización de un enfoque basado en servicios, nos permitió crear un portal para la definición del contenido de las tarjetas y de la definición de secuencia. Este portal fue integrado al SICAM actual. De igual forma los servicios permitieron el consumo de esta nueva funcionalidad a través de dispositivos móviles.

En el sistema desarrollado los alumnos pueden realizar la lectura de las tarjetas de micro-aprendizaje desde un navegador Web y un dispositivo móvil de manera alternada. Así un alumno puede comenzar la lectura desde un dispositivo móvil y continuar en un tiempo distinto mediante un navegador Web manteniendo una consistencia en la secuencia de tarjetas que debe de leer. Esto fue pensado para potencializar las características del aprendizaje móvil de uso dondequiera (*anywhere*) y a cualquier hora (*anytime*). Cada vez que un alumno lee una tarjeta responde a una pregunta, en base a esta respuesta se selecciona la siguiente tarjeta, esta selección es realizada en base a la definición de la actividad por parte del profesor quien pudo haber definido una secuencia mediante un árbol o mediante el modelo tradicional de Leitner. Usando el sistema desarrollado, se guarda una consistencia (sesión) de las tarjetas leídas por un estudiante para un curso y tema en particular. Así que cuando el alumno vuelve a ejecutar la lectura, ya sea desde un navegador o desde un dispositivo, se le presentará la siguiente tarjeta de acuerdo a su respuesta y al tipo de secuencia predefinido.

La Figura 3 muestra una foto de la aplicación al ser ejecutada desde un dispositivo móvil…

TABLA I. SISTEMA DE MANEJO DE TARJETAS

Número de Pila	**Tiempo hasta su Próxima Repetición**
1	Inmediato
2	1 día
3	3 días
4	1 semana
5	1 mes

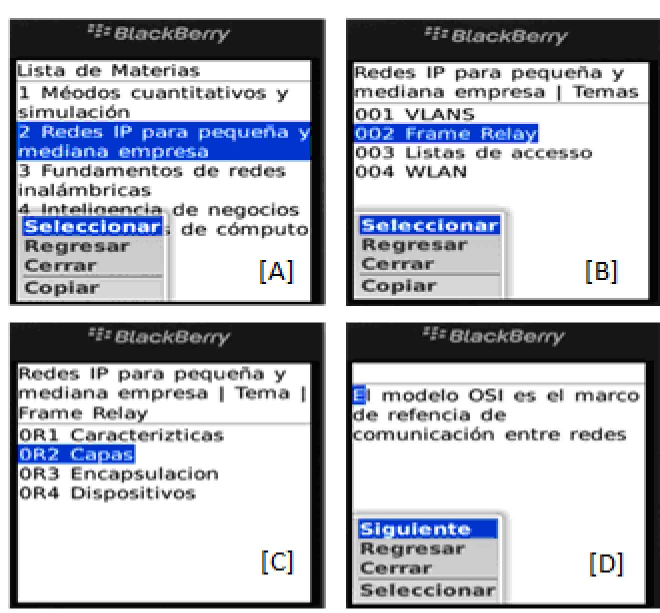


Fig. 3. Portal para construcción y modificación de secuencia de tarjetas

En la Figura 3[A] superior-izquierda se muestran los cursos en los cuales el alumno está inscrito, en la Figura 3[B] superior-derecha-superior se muestran los temas de acuerdo al curso seleccionado previamente. En la Figura 3[C] inferior-izquierda se aprecian los diferentes ejercicios de micro-aprendizaje definidos para un tema en particular dentro de un curso. En la Figura 3[D] inferior-derecha se muestra el despliegue de la siguiente tarjeta que el usuario debe de leer de acuerdo a su avance en dicha actividad.

2) *Consideraciones tecnológicas*

El sistema fue realizado usando la plataforma Web de Microsoft .NET 3.5® para la elaboración del portal de captura y secuencia de las tarjetas. La representación y edición visual de la secuencia de las tarjetas se empleo la librería de javascript Graph-It [9]. La Figura 4 ilustra el despliegue visual desde un navegador Web a través del cual el profesor puede definir la secuencia de navegación de las tarjetas mediante un árbol de decisión. Cada tarjeta es definida con un predecesor y un sucesor, a excepción de la tarjeta raíz y de las tarjetas hojas. Las tarjetas predecesoras o sucesoras son etiquetadas con “correcto” o “incorrecto” apara definir la evaluación de la respuesta del alumno a dicha tarjeta. De esta manera se construye la secuencia.

Para el despliegue de la aplicación en dispositivos móviles, este se baso en el desarrollo de una aplicación en Java ME® para BlackBerry®. El desarrollo de la interfaz gráfica fue optimizado para su uso en el modelo BlackBerry Pearl 8130, ya que es el equipo usado por los estudiantes en el Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México en el esquema de aprendizaje móvil. Una vez que la aplicación es descargada al dispositivo móvil mediante una transmisión de datos (*Over The Air*), la aplicación realiza accesos al servidor mediante el uso de servicios Web, usando el protocolo SOAP (*Simple Access Object Protocol*).

La arquitectura basada en servicios y su implantación mediante SOAP y servicios Web permitió los servicios desarrollados en Microsoft .NET fueran consumidos desde dispositivos móviles en un aplicación desarrollada en Java ME.

La autenticación de los usuarios desde los dispositivos móviles se realiza mediante servicios Web, estos servicios hacen uso del servidor de credenciales institucional para evitar la necesitad de crear nuevos usuarios y contraseñas. Esta comunicación se realiza mediante una conexión usando el protocolo LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*) permitiendo la autenticación de identidad de profesores y estudiantes en el portal Web.

VI. Conclusiones

En este artículo se presenta un modelo de aprendizaje móvil basado en micro-aprendizaje. El modelo es una extensión al modelo ontológico definido para la clasificación de recursos que se esta usando actualmente en el modelo de aprendizaje móvil de Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México. La extensión del modelo presentado está basada en una metodología didáctica basada en Web. Esta extensión permite que los que los recursos de aprendizaje móvil puedan ser clasificados y utilizados en sesiones de micro-aprendizaje, propiciando el auto-aprendizaje por parte de los estudiantes quienes son capaces de crear su propia carta de navegación entre los recursos móviles. Se presenta también un sistema que implanta parcialmente esta extensión al modelo y permite la creación de tarjetas de micro-aprendizaje. Dichas tarjetas pueden ser definidas para que sean presentadas de acuerdo al modelo de Leitner o bien por una secuencia predefinida por el profesor con base en un árbol de decisión subyacente que define las posibles secuencias de navegación en base a las respuestas correctas o incorrectas de cada tarjeta por parte del alumno.

VII. Trabajo futuro

El sistema que implanta el modelo presentado se encuentra en desarrollo, las etapas siguientes incluyen la inclusión del resto

de funcionalidades que permitan la inclusión de la extensión del modelo en su totalidad. Se está trabajando en la inclusión de los meta datos para que sean utilizados en las búsquedas permitiendo a los profesores su pronta localización, re-uso y ligado con otros elementos del sistema.

RECONOCIMIENTOS

Agradecemos al Departamento de Tecnología Educativa del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México por el acceso al sistema SICAM para la obtención de los datos estadísticos sobre el desarrollo del modelo de aprendizaje móvil.

Agradecemos a los estudiantes de los cursos de Desarrollo de Aplicaciones Distribuidas y de Computo Móvil del período 2010-11, por su compromiso y entusiasmo en el apoyo para la implantación del sistema de micro-aprendizaje.

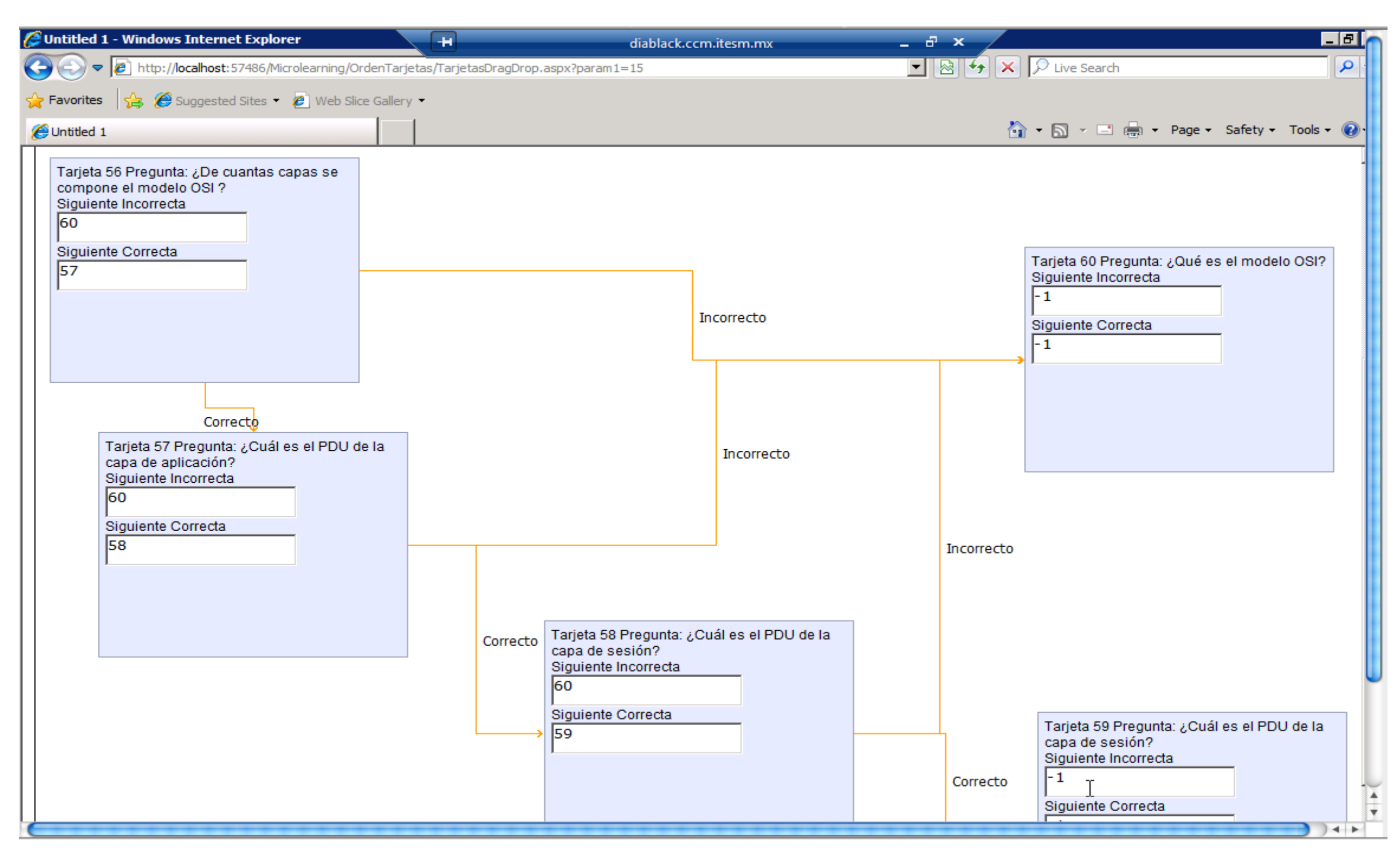


Fig. 4. Portal para construcción y modificación de secuencia de tarjetas

REFERENCIAS

[1] T. Hug, N. Friesen, "Outline of a Microlearning Agenda", eLearning Papers, Disponible en: http://www.elearningeuropa.info/files/media/media20252.pdf, 2009.

[2] A. Dwight & K. Ryan, Microteaching. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1969.

[3] C. Swertz, "Customized Learning Sequences (CLS) by Metadata (On Microlearning)", *Microlearning: Emerging Concepts, Practices and Technologies after e-Learning*, 2005.

[4] C. Sola, *Aprendizaje Basado en Problemas*, Ed. Trillas, 2005, pag 48.

[5] V. Chirino, & A. Molina. "Critical factors in a definition of mobile learning model". En *M. M. Cruz-Cunha, & F. Moreira (Edits.), Handbook of Research on Mobility and Computing:Evolving Technologies and Ubiquitous Impacts* (In Press ed.). Portugal: IGI Global, 2010.

[6] V. Chirino, "Propuesta de una taxonomía para clasificar los recursos educativos para aprendizaje móvil con enfoque a calidad". First Experiences of Tecnológico de Monterrey With Mobile Learning. White Paper. Innovation on Education and Technology Center. Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, 2009.

[7] http://flashcarddb.com/leitner, último acceso 4 de mayo 2010.

[8] E. Unterrainer, M. Welte, "Evaluation of Flashcard-based Learning Systems", *Microlearning and Capacity Building, Proceedings of the 4th International Microlearning 2008 Conference*, Innsbruck University Press, 2008.

[9] http://js-graph-it.sourceforge.net/, último acceso 4 mayo 2010.



José Martín Molina Espinosa. Nacido en Zacapu, Michoacán en 1972. Obtuvo el doctorado en telecomunicaciones y computación en el Instituto Politécnico de Tolosa Francia en el 2003.

Ha sido investigador en ciencias computacionales por 16 años. Ha participado en proyectos de investigación nacionales e internacionales. Actualmente dirige los programas de Maestría y Doctorado en Ciencias Computacionales en el Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.



David C. Romero Díaz. Nacido en Mérida, Yucatán en 1981. Obtuvo la maestría en administración de tecnologías de información del Tecnológico de Monterrey, México en el 2005.

Ha sido investigador-consultor senior en diversos proyectos de investigación y desarrollo, así como en programas de consultoría a nivel nacional e internacional relacionados con la administración del conocimiento, la tecnología y la innovación, ingeniería para la integración de empresas, clusters virtuales industriales y redes colaborativas de empresas (incluyendo organizaciones virtuales y comunidades virtuales de profesionales). Actualmente es administrador científico de proyectos estratégicos para el Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México.

Realidade Aumentada e Ubiquidade na Educação

Maria Manuela Cruz-Cunha, M. G. A. D. Reis, Emanuel Peres, João Varajão, Maximino Bessa, Luís Magalhães, Luís Barbosa and João Barreira

Title—**Augmented Reality and Ubiquity in Education.**

Abstract—**An augmented reality system allows you to combine real and virtual objects in a real environment, interactively and in real-time, features that give these systems a high potential in learning environments. This paper discusses the fundamentals of information technology in education. In particular, it explores the mobile augmented reality as a tool to support learning. It also proposes a model for supporting learning environments attended by interactive multimedia environments using augmented reality on mobile devices.**

Index Terms—**Mobile Devices, Mobile Learning, Augmented Reality, Ubiquitous.**

I. Introdução

A tecnologia tem vindo continuamente a alterar de forma profunda a forma como as pessoas aprendem e vivem. Na verdade, segundo alguns autores [1]-[6], o mundo está a caminhar para uma "aprendizagem digital".

Enquanto a Internet já está a ser amplamente utilizada no processo educacional actual, as aplicações baseadas na Web, nomeadamente os portais educacionais, começam a ganhar seu espaço. Contudo, o acesso a essas tecnologias depende da presença de um terminal de computador – quer laptop/desktop do estudante ou desktops da escola – para fornecer a interface entre as aplicações educacionais baseadas na Web, a estudantes e professores. Dar um passo na direcção dos estudantes, significa considerar os seus dispositivos tecnológicos do dia-a-dia e usá-los como meio de proporcionar novas formas de aprendizagem interactiva, amigáveis e ubíquas, com conteúdos multimédia. Os dispositivos móveis, actualmente vistos simplesmente como dispositivos de comunicação, encontram-se já generalizados, são extremamente populares e amplamente utilizados por estudantes. É a sua rápida evolução, tirando proveito da capacidade do hardware e software, que os torna num meio de aprendizagem potencialmente valioso.

A tecnologia de Realidade Aumentada (RA), que incorpora informação virtual - visual ou outra – está verdadeiramente a começar a suportar uma série de ferramentas interativas, em especial vocacionadas para sistemas de auxílio à navegação. Já existem aplicações de aprendizagem baseadas em RA, apoiadas por câmaras Web e por computadores portáteis/desktop, que funcionam como um portal entre o mundo real e o mundo virtualmente enriquecido. A RA móvel encontra-se num estádio inicial e a dar os seus primeiros passos no processo educacional, mas apresenta um enorme potencial inexplorado.

Este artigo centra-se na discussão da utilização das Tecnologias da Informação (TI) na educação, em particular na possível utilização de sistemas móveis de realidade aumentada como veículo de aprendizagem ubíqua.

O artigo encontra-se organizado da seguinte forma: a próxima secção introduz a utilização de TI na educação; a secção III discute a aprendizagem baseada em exercícios e jogos; a secção IV caracteriza os sistemas de relidade aumentada e discute a sua utilização na educação, apresentando alguns exemplos de aplicações de realidade aumentada móvel; a secção V analisa a utilização de TI na educação em Portugal e, finalmente, são apresentadas algumas considerações finais na secção VI.

II. TI na Educação

As TI estão cada vez mais a tornar-se uma parte importante do processo de aprendizagem e a Internet é disso um bom exemplo. Weller [2], por exemplo, identifica vários factores que favorecem a utilização da Internet na educação, como a sua aceitação social; o facto de poder fornecer um sentido de controlo para os educadores (muito mais do que tecnologias anteriores, graças aos seus múltiplos recursos); o desenvolvimento do browser como interface genérico; o facto de que se trata de simultaneamente um meio interactivo e pessoal; e ser uma tecnologia sustentável e disruptiva.

Maria Manuela Cruz-Cunha é professora coordenadora no Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, Portugal, e investigadora no CITEPE, Universidade do Minho, Portugal (e-mail: mcunha@ipca.pt).

Maria G. A. D. Reis, Departamento de Educação e Psicologia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro e Agrupamento Vertical de Escolas do Peso da Régua, Portugal (e-mail: mgentil.reis@gmail.com).

Emanuel Peres é assistente na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal (e-mail: eperes@utad.pt).

João Varajão é professor na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal e investigador no Centro ALGORITMI, Portugal (e-mail: jvarajao@utad.pt).

Maximino Bessa é professor na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal (e-mail: maxbessa@utad.pt).

Luis Magalhães é professor na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal (e-mail: lmagalha@utad.pt).

Luis Barbosa é assistente na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal (e-mail: lfb@utad.pt).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

Por conseguinte, e sem surpresa, a Internet pode ser usada para completamentar o ensino presencial. Actualmente, por exemplo, são muitas as universidades baseadas em campus usando a Internet, não para substituir o seu modo tradicional face-a-face de comunicação, mas sim como um meio de o completamentar (por exemplo, as páginas Web podem ser usadas para fornecer informações adicionais e o e-mail serve como um meio de contacto com os docentes dos cursos).

Tal como a Internet, muitas outras ferramentas de TI podem ser úteis em contextos de aprendizagem e certamente existem temas que melhor se adequam à sua utilização. É o caso de um curso de "Introdução às TI" e um curso para professores especialmente concebido pensado para resolver a necessidade dos professores dispostos a aprender sobre a conferência por computador. São ambos exemplos de cursos que utilizam eficazmente as tecnologias como parte integrante do conteúdo académico do curso, sem esquecer a adequação pedagógica (por exemplo, a aprendizagem baseada em recursos, onde os estudantes podem ser colocados frente a uma ampla gama de recursos, muitas vezes externos à universidade e podem adquirir a sua própria experiência de aprendizagem a partir desses recursos, no âmbito geral do curso).

Por outro lado, algumas TI trazem vantagens para as Instituições, uma vez que estas podem beneficiar da sua utilização no ensino, tanto no campus e para alcançar novos públicos, como pelo facto de que podem ser vistas como um mecanismo de aprendizagem assistida por computador, que pode disponibilizar simulações, apoio à visualização e ferramentas interativas.

Um bom domínio para a utilização de TI poderia ser a matemática. Tratando-se de uma actividade fundamental do ser humano, é uma maneira de dar sentido ao mundo e objecto de curiosidade natural e interesse das crianças, que ingressam na escola com uma compreensão particular de conceitos matemáticos e de estratégias de resolução de problemas que foram descobrindo à medida das explorações que empreenderam da envolvente ambiental. De acordo com Johnson [7] e do painel de peritos sobre o relatório Matemática [8], o ensino básico ou primário é um momento importante na fase do crescimento transaccional do pensamento matemático dos estudantes. A fim de se tornarem mais proficientes no seu trabalho, tanto na leitura de problemas como na elaboração de soluções, os alunos do ensino básico precisam de maior prática para reforçar a sua aprendizagem, um processo que ocorre tradicionalmente em papel. Em geral, depois de os estudantes terem concluído os exercícios práticos ou trabalhos de casa, têm frequentemente de esperar pela verificação por parte do professor e pelos resultados correspondentes.

No entanto, estas interrupções podem reduzir o interesse dos alunos pela aprendizagem, além de os impedir de aprender de forma eficiente.

A investigação empreendida pelo Painel de Peritos em Matemática [8] mostra que os estudantes matematicamente “alfabetizados” pensam de forma flexível sobre a melhor forma de resolver um problema. Todavia a maioria das abordagens que estes estudantes adoptam são fornecidas por livros didáticos em geral ou livros de tutoria. Infelizmente, estes materiais são geralmente projectados para alunos médios, sendo frequentemente difícil encontrar o conteúdo mais apropriado para estudantes com diferentes capacidades. Por exemplo, nas aulas de Português há apenas um único livro concebido para todos os estudantes, embora os alunos mais habilitados possam necessitar de uma tutoria de nível superior à requerida pelos estudantes menos habilitados.

Assim, a profundidade e a flexibilidade da capacidade obtidas a partir desses livros de texto são inegavelmente restritas. E mesmo que alguns programas baseados na tecnologia e-learning possam fornecer conteúdo personalizado aos estudantes a partir do processo de aprendizagem, os estudantes do ensino básico podem sentir-se perturbados e desconcentrados quando em frente a um computador para trabalhar em matemática durante longos períodos de tempo. Normalmente este é o caso lamentável de crianças com atraso mental, caso em que ambos os pais e professores têm uma palavra importante a dizer. De facto, como Warschauer [4] aponta, "o professor deve estar envolvido centralmente e instruindo e orientando activamente os estudantes, especialmente na fase inicial do trabalho em um projeto”. O ensino não orientado pode deixar os estudantes sem rumo, e isso é especialmente prejudicial para os alunos em situação de risco, tal como com dificuldades de aprendizagem, alfabetização limitada, competências linguísticas ou conhecimento prévio insuficiente.

III. Aprendizagem Através de Exercícios e Jogos

As práticas mais eficazes de ensino devem basear-se em todas as formas em que os seres humanos são especialmente dotados, recolhendo os tipos de informação e padrões de causalidade. Com frequência as abordagens educativas adoptaram o modelo deficitário em que é assumido que as crianças chegam à escola com múltiplos equívocos que precisam ser substituídos e corrigidos. Um dos principais objectivos da educação deve consistir em gerar ideias explanatórias no nível exacto de detalhe e na correcta medida do necessário. Mas este não é um desafio fácil de cumprir. Exige, entre outros: saber o que os alunos sabem, saber o que poderiam saber depois de um período razoável de instrução, e saber que tipos de novos conhecimentos seriam os mais adequados para alargarem a sua compreensão do mundo, permitindo-lhes tomadas de decisão informadas e ações mais eficazes em contextos pertinentes.

Segundo Keil, [9], "as crianças adquirem mais do que eles sabem em segunda mão, através dos outros", e a maioria do conhecimento "ocorre em muitos ambientes não-escolares, como através da televisão, museus, brinquedos e outros artefactos, a Internet ou mesmo em vários jogos e actividades tais como xadrez, cozinhar, ou simular uma bancada de venda".

As actuais comunidades de ensino e investigação concordam que é através da abordagem estratégica didática baseada na utilização de exercícios e jogos, independentemente do modelo de ensino ou filosofia utilizada que a aprendizagem se torna potencialmente eficaz. Por

exemplo, os defensores da teoria sócio-cultural afirmam que a aprendizagem é essencialmente um processo social, mediado através de interações usando ferramentas [10, 11]. Assim, Vygotsky [10] considera que a mediação ocorre através da utilização de ferramentas semióticas e materiais. As ferramentas semióticas incluem símbolos, sinais e língua falada. As ferramentas materiais incluem itens como canetas, e particularmente computadores em rede (Internet). Mais importante, não só estas ferramentas simplesmente facilitam o conjunto de actividades que poderão ocorrer, mas também, e fundamentalmente, dão forma e definem o tipo de actividades que podem ser desenvolvidas [11].

Além disso, Seymour Papert propôs o uso de ferramentas, principalmente o computador, considerado-o como um poderoso instrumento de educação, servindo o processo de construção do conhecimento, do qual viria a emergir a teoria construcionista, adaptando os princípios do construtivismo cognitivo de Jean Piaget, a fim de fazer um melhor uso da tecnologia [12].

Tornar-se competente em matemática, por exemplo, pode ser entendido como a aquisição de uma predisposição para a matemática (ver, por exemplo, [13] [14]). Tradicionalmente, a forma dominante de aprendizagem nas escolas tem sido a aprendizagem direccionada pelo professor ou aprendizagem guiada, ou seja, um formador ou professor toma todas as decisões pertinentes e o aprendente pode e deve segui-lo. Ele decide sobre os objetivos de aprendizagem, as estratégias de aprendizagem, a metodologia de medição dos resultados e controla o feedback, avaliações e recompensas [15]. No entanto, além da aprendizagem guiada, existem dois outros tipos de experiências de aprendizagem, identificados por Simons, Linden e [Duffy 15], a saber: a aprendizagem experiencial e de acção. Além disso, tem havido uma consciencialização forte e generalizada sobre as vantagens de novas práticas em sala de aula e a ideia de facilitar e apoiar os estudantes através da aquisição gradual e progressiva de competências matemáticas adaptativas.

Espera-se, pois, que tais práticas e culturas sejam capazes de criar as condições necessárias para uma mudança substancial a partir de uma experiência de aprendizagem orientada mais pobre, para uma experiência mais rica, bem como a aprendizagem baseada na acção, vista como uma estratégia de aprendizagem bem sucedida do ponto de vista didático [16], resultando numa utilização integrada e equilibrada das três formas de aprendizagem: construtiva, auto-regulada e contextual ou situacional [17].

A visão construtivista da aprendizagem tornou-se lugar-comum entre os psicólogos da educação (veja-se por exemplo [15], [18], [19]). Actualmente, o construtivismo implica que a aprendizagem, construtiva seja auto-regulada. De acordo com Zimmerman [20], a auto-regulação refere-se ao grau em que os individuos se encontram motivados, tanto ao nível metacognitivo como comportamental, para serem participantes activos no seu processo de aprendizagem.

Adicionalmente, De Corte [17], enfatiza que os processos de aprendizagem construtivos e auto-regulados devam ser escolhidos e estudados no contexto, e sendo a aprendizagem colaborativa, que os esforços de aprendizagem sejam distribuídos entre o estudante individual, os seus parceiros no ambiente de aprendizagem e os recursos (tecnológicos) e ferramentas que se encontrem disponíveis [21]. Mais importante, De Corte [22] reforça que começando tanto quanto possível a partir das tarefas e problemas que tenham significado e sejam desafiadores para os estudantes, os ambientes de aprendizagem devem promover processos de aprendizagem construtivos socialmente suportados que facilitem a auto-regulação das competências cognitivas e volitivas.

Espera-se que os alunos estejam aptos a utilizar os conhecimentos e habilidades adquiridos para resolver a situações e problemas do quotidiano relacionados com a matemática, algo que Bransford e Schwartz, e Bransford et al. [23, 24], chamam de "preparação para a aprendizagem futura".

IV. RA MÓVEL NA EDUCAÇÃO

A. *Realidade Aumentada*

Milgram, em 1994, [25] definiu uma taxonomia, ao verificar que o termo Realidade Virtual vinha sendo aplicado a um conjunto de ambientes que nem sempre os de imersão total. Milgram propôs o que ele chamou de “Virtuality Continuum” (Fig. 1), ou “Contínuo de Virtualidade”, cujos extremos são a Ambiente Virtual e o Ambiente Real. Entre os dois extremos está o que ele intitulou de Realidade Misturada, e definiu como sendo a sobreposição de objectos virtuais com o mundo real, mostrada ao utilizador através um dispositivo tecnológico.

Neste contexto, a Realidade Aumentada caracteriza-se pelo predomínio do real sobre o virtual, permitindo a inserção de objectos virtuais no mundo real, enquanto na Virtualidade Aumentada ocorre o predomínio do virtual sobre o real e a possibilidade do transporte de objectos reais para o mundo virtual.

Ainda segundo Azuma [26], um sistema para ser considerado de Realidade Aumentada deve:

- Combinar objectos reais e virtuais no ambiente real;
- Operar interactivamente e em tempo real;
- Alinhar objectos reais e virtuais entre si.

A definição de Azuma, ao contrário das outras, não limita os sistemas de Realidade Aumentada ao uso de determinado equipamento tecnológico, como a dos capacetes HMD (Head Mounted Display). Também não se restringe ao sentido da visão, visto que, potencialmente a Realidade Aumentada pode ser aplicada a todos os sentidos, incluindo audição, tacto e olfacto.

Outro aspecto implícito na definição de Azuma é que ele considera parte integrante da Realidade Aumentada, o que outros investigadores classificam como Realidade Diminuída,

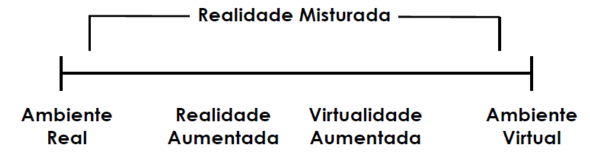


Fig. 1. Virtuality Continuum por Milgram (adapted from [25])

isto é, a remoção de objectos reais da cena visual. Por exemplo, a adição de um objecto virtual na frente de um objecto real, tem o efeito de eliminá-lo da cena, fazendo com que não seja percebido.

Vallino [27] apresenta um sistema típico de Realidade Aumentada onde distingue cinco subsistemas:

- Sistema de aquisição de imagem;
- Sistema de seguimento da localização e orientação da imagem (*tracking*);
- Sistema para criação dos objectos virtuais;
- Sistema de mistura da imagem real com a virtual;
- Sistema de apresentação.

No entanto, se considerarmos a existência de objectos reais em movimento na cena aumentada, podemos acrescentar ao sistema típico de Vallino um subsistema de manipulação de objectos. Este subsistema tanto poderá manipular os objectos reais como os virtuais. Podemos ainda incorporar no sistema global de tracking outro subsistema para seguimento dos objectos reais que se movimentam no ambiente aumentado [28]. A cena é vista por um dispositivo de aquisição de imagem, no caso uma câmara de vídeo. A câmara projecta o ambiente 3D visto numa imagem 2D. Os objectos virtuais são criados através de um sistema de computação gráfica. De modo a processar os objectos virtuais, o sistema de computação gráfica requer informações em tempo real sobre a posição e orientação da imagem na cena real. Estes dados irão controlar a câmara sintética que é utilizada para criar a imagem dos objectos virtuais. A imagem criada é então fundida com a imagem da cena real para formar a imagem de RA [27].

A RA pode ser classificada de acordo com as suas características muito particulares. Desta forma, uma abordagem à classificação da RA resulta da forma como o utilizador vê a imagem exatamente RA [29]. Assim, quando o utilizador vê o mundo RA (por meio de vídeo ou não), direccionando o olhar para as posições reais do mundo real, é classificada como um sistema RA de visão directa (imersiva). Por outro lado, quando o utilizador vê o mundo de RA usando um dispositivo, tal como um monitor ou projetor, não alinhado com as posições reais, é classificada como um sistema RA de visão indireta (não imersiva).

B. *RA e os Dispositivos Móveis*

Nas primeiras pesquisas em RA móvel o equipamento geralmente utilizado consistia essencialmente num capacete HMD com câmara de vídeo e sensores de movimento e direcção. Carregada às costas do utilizador encontrava-se uma mochila com equipamento responsável pelo processamento e rendering dos objectos virtuais. Com o avanço da tecnologia, estes equipamentos começaram a ser substituídos pelos Ultra Mobiles PCs (UMPCs). Em seguida, surgiram os PDAs, que foram predecessores dos smartphones (Fig. 2). Com o evoluir destes dispositivos, os PDAs e os smartphones acabaram por se fundir numa só plataforma, tendo os PDAs praticamente desaparecido do mercado.

Comparado com os UMPCs, os smartphones são direccionados para um mercado diferente. Pelo preço, vida da bateria e conforto de utilização, os smartphones são concebidos para uma grande base de consumidores móveis e não apenas para operações portáteis. Assim, neste trabalho referimo-nos à RA móvel, àquela utilizada para dispositivos móveis smartphones. Nesta definição, um telemóvel com configurações de RA, deve permitir ao utilizador usar o seu telemóvel como dispositivo de interacção em RA, mesmo que alguns dados e informações de processamento possam não estar implementadas no próprio telefone [30].

De acordo com a classificação apresentada acima, a RA em dispositivos móveis pode ser classificada como de visão directa, proporcionando ao utilizador uma ferramenta que lhe permite obter uma nova visão do mundo real. A RA vem sendo aplicada nas mais diversas áreas da actividade humana. Destacamos o potencial de sistemas de RA em campos como entretenimento (e.g. [31], [32]) medicina (e.g. [33], [34]), comércio (e.g. [35], [36]), educação, e outros (e.g. [37], [38]).

C. *RA na educação*

Na educação, a possibilidade de simular situações e experiências, que de maneira real não seriam possíveis, possibilita uma aprendizagem de forma mais intuitiva e interactiva. Mais precisamente, imaginar um problema complexo de matemática ou geometria pode ser uma das principais dificuldades de um estudante. Nesse contexto, a RA pode afigurar-se como uma ferramenta alternativa no suporte ao ensino e no ultrapassar dessas dificuldades.

Em [39] é apresentado um sistema de RA desenvolvido para o ensino da Geometria que possibilita aos estudantes e professores visualizarem realmente os objectos 3D, deixando de ter de imaginá-los ou de desenhá-los. Isto permite aos alunos que os conceitos sejam compreendidos com maior facilidade do que usando métodos tradicionais (Fig. 3). No ensino da música, Zorzal et al. [40] desenvolveram um sistema de RA onde símbolos conhecidos são acrescentados sob a forma de objectos virtuais no ambiente real, ajudando o aluno visualmente na compreensão dos conceitos (Fig. 4).



Fig. 2. A evolução da miniaturização da RA móvel: (a) Backpack com HMD, (b) UMPC, (c) handheld, (d) Telefone móvel. (fonte: [30])

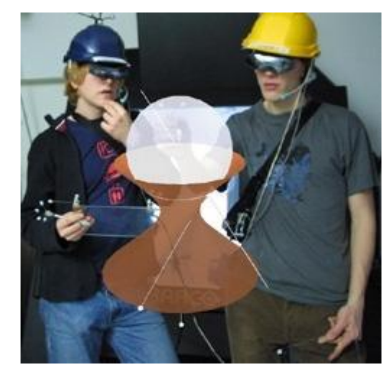


Fig. 3. RA no ensino da Geometria. (fonte: [39])
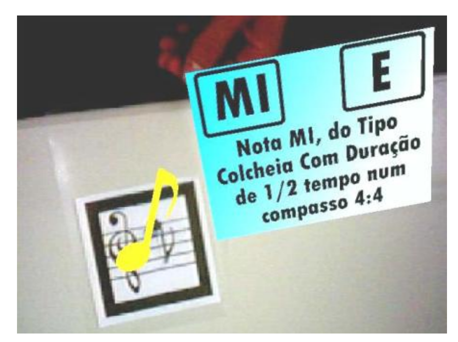


Fig. 4. RA no ensino da música. (fonte: [40])

Em [41], o software ARToolKit foi utilizado para o desenvolvimento de aplicações educacionais em ambientes de RA. A utilização deste software permitiu o desenvolvimento de várias aplicações simples e mais elaboradas, como puzzles, figuras geométricas, entre outros tipos de jogos.

V. A Realidade Portuguesa

O parque computacional Português é bastante diverso. Os computadores escolares, pessoais, desktop e portáteis variam entre capacidades de processamento baixas (por exemplo computadores com micro processador Pentium I ou inferior) e pouca memória (quer memória principal RAM, quer memória secundária em disco) até capacidades de processamento e de memória elevadas. Adicionalmente, nalgumas zonas rurais, as ligações Internet estão limitadas a 128Kbps (Kilobits por segundo), mas nas zonas urbanas podem atingir entre 256Kbps e to 16Mbps (Megabits per second) com ligações ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line).

Para além destas dificuldades, é referida a necessidade de formação de professores e de conteúdos Internet (por exemplo [42], [43]); no caso português, os professores também referem a falta de tempo para cumprir o programa recomendado pelo Ministério da Educação.

O programa "Internet Nas Escolas", lançado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em 1997 visava o desenvolvimento das TI nas escolas portuguesas. Cada escola (do ensino básico, do segundo ciclo – 5º e 6º anos de escolaridade e do ensino secundário – do 7º ao 12º ano de escolaridade) recebeu pelo menos um computador multimédia com ligação à Internet; uma descrição detalhada sobre a organização do sistema de ensino em Portugal e noutros países pode ser encontrada em http://www.eurydice.org.

Em 2006, o programa "e-School" (e.escola - http://www.eescola.net/indexA.aspx) permitiu que docentes e estudantes dos 5º aos 10º anos de escolaridade adquirissem portáteis por um preço baixo de 150 euros. Mais recentemente o governo Português estabeleceu protocolos com a Intel, e operadores de comunicações líderes (Optimus, TMN, Vodafone e Zon), Microsoft, "Magic Box" (Caixa Mágica), e membros locais, facilitando aos estudantes das escolas primárias o acesso a computadores portáteis conhecidos como "Magalean" (Magalhães), por um valor máximo de 50 euros (http://www.eescolinha.gov.pt/portal/server. pt/community/e-escolinha/200/apresentacao). Nos últimos tempos está adicionalmente a ser desenvolvido um esforço considerável no sentido de equipar as salas de aulas com quadros interactivos.

A existência de computadores nas escolas, como mostra este exemplo português, é obviamente necessário para integrar de forma efectiva as TI no processo de aprendizagem, mas isto não significa que seja suficiente. Instalar infra-estruturas é um processo relativamente simples quando comparado com o seu manuseamento, já que quer a formação necessária, quer a mudança de hábitos na comunidade escolar que conduzem à prática diária, são o resultado de um processo lento e gradual, que envolve dificuldades técnicas e culturais [42]–[47]. Adicionalmente, alguns autores afirmam que isto é o que os professores pensam e acreditam, e que em última análise moldará as actividades na sala de aulas [48]–[50].

VI. O Modelo Proposto

A RA móvel pode ajudar a ultrapassar as questões acima discutidas facultando directamente aos estudantes uma ferramenta multimédia interactiva de apoio à aprendizagem, através dos seus dispositivos móveis. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento e implementação de um sistema de apoio à aprendizagem centrado no enriquecimento da realidade do quotidiano dos estudantes e contextualizando com métodos de aprendizagem por multimédia sensorial interactiva, que:

- Assente numa plataforma Web acessível a estudantes, encarregados de educação e docentes, onde o perfil pessoal e académico de cada estudante possa ser construído ao longo do seu percurso académico (permitindo que ferramentas de apoio à decisão possam melhorar o desempenho académico de determinadoestudante);
- Disponibilize exercícios multimédia interactivos sobre qualquer assunto relevante, introduzidos pelos docentes e resolvidos pelos estudantes (com ou sem assistência);
- Utilize ajuda visual através de RA, podendo fornecer pistas e orientações sobre um determinado problema proposto;
- A aprendizagem possa ter lugar a qualquer hora e em qualquer lugar, especialmente fora da sala de aulas, utilizando jogos sérios e novos formatos apelativos.

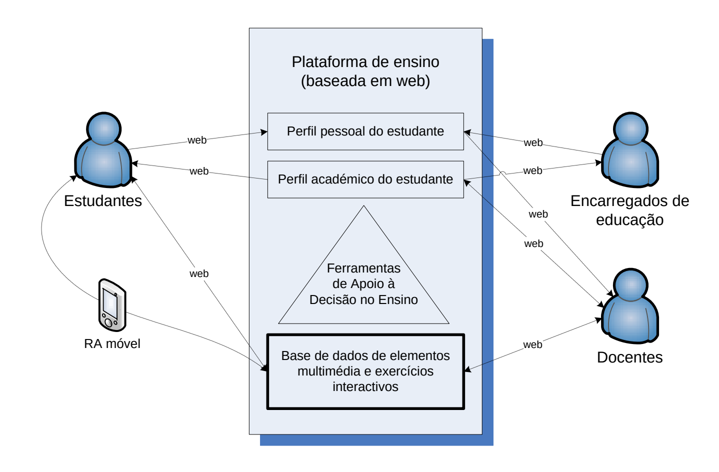


Fig. 5. Um modelo para uma Plataforma de Ensino baseada da Web que considera a utilização da RA e exercícios e conteúdos interactivos no processo de ensino.

A Figura 5 ilustra um modelo para uma plataforma de ensino baseada da Web que inclui estas características. É possível identificar quatro componentes principais da plataforma proposta: perfil pessoal do estudante; perfil académico do estudante; ferramentas de apoio à decisão no ensino; e base de dados de elementos multimédia e exercícios interactivos. O perfil pessoal do estudante compreende elementos como, por exemplo, dados biográficos e condição socioeconómica. No que concerne ao perfil académico do estudante, inclui o historial da sua vida académica, preferências em termos de áreas científicas, preferências em termos de elementos de estudo, entre outros. As ferramentas de apoio à decisão no ensino incluem diversas funcionalidades que, com base nos perfis dos estudantes, possibilitam a indicação de soluções de ensino personalizadas, que mais se adequem às características particulares de cada estudante. A base de dados de elementos multimédia e exercícios interactivos é um repositório de elementos de estudo que possibilita aos estudantes, utilizando uma interface Web ou mediante a utilização de um dispositivo móvel com suporte de RA, efectuar aprendizagem independentemente do contexto, mesmo fora do ambiente escolar.

Algumas situações simples que podem ocorrer usando este modelo:

- Um estudante pode aceder aos conteúdos multimédia interativos através de um computador normal ou usando o seu dispositivo móvel. Portanto, os conteúdos educacionais podem ser disponibilizados em qualquer contexto, a qualquer hora, o que permite ao estudante beneficiar do enriquecimento do seu meio ambiente pelos conteúdos virtuais;
- Um professor pode usar esta plataforma de aprendizagem para recomendar exercícios aos estudantes, consultar e actualizar o perfil destes e, principalmente, para definir estratégias - com base nas ferramentas de apoio à decisão - para melhorar o desempenho académico dos estudantes;
- Os pais podem ser mantidos informados sobre as actividades de seus filhos e desempenho académico, e também podem interagir de perto com professores sem a necessidade de ir à escola. Eles também podem funcionar como auxiliares de aprendizagem pelo facto de estarem presentes no ambiente de aprendizagem e darem a possibilidade de adicionar a sua experiência pessoal aos conteúdos multimédia interactivos fornecidos.

Praticamente qualquer contexto no qual o estudante possa ser envolvido pode tornar-se numa experiência de aprendizagem multimédia rica, simplesmente por recorrer a um dispositivo do quotidiano. No entanto, deve ser feito um grande esforço por todos os envolvidos no processo educativo: professores, estudantes e pais (por exemplo, todos os conteúdos devem ser desenvolvidos e constantemente actualizados). O modelo de ensino e aprendizagem terá de evoluir, abraçando e aproveitando as conquistas tecnológicas das TI, e utilizando todo o seu potencial para enriquecer a experiência de aprendizagem.

VII. Conclusões

A tecnologia alterou profundamente o modo como aprendemos e vivemos. Na verdade, essa relação parece ser bastante complexa, no contexto das TI e, especialmente, em ambientes de aprendizagem social e tecnologicamente ricos, onde as competências relacionadas e a aprendizagem são progressivamente necessárias e incentivadas.

Como afirmado por Warschauer [4], as novas tecnologias não substituem a necessidade de orientação humana forte, mas, na verdade, reforçam o papel de tal orientação. Obviamente que os estudantes devem manter-se em contacto com as novas ferramentas de ensino/aprendizagem progressivamente, de forma a integrarem o sistema de aprendizagem da forma mais harmoniosa possível.

Acreditamos firmemente que a RA móvel será, a curto prazo, uma ferramenta importante em algumas áreas da educação. Neste contexto, apresentámos neste artigo um modelo genérico de apoio a ambientes de aprendizagem assistidos por multimédia interactiva utilizando contextos RA em dispositivos móveis.

Referências

[1] E. M. Rogers, Diffusion of innovations, 4th ed. New York: Kindle Edition, 1995.
[2] M. Weller, Delivering Learning on the Net: the why, what & how of online education. London and New York: RoutledgeFalmer, Taylor & Francis Group, 2002.
[3] T. S. Roberts, Computer-Supported Collaborative Learning in Higher Education. London, UK: Idea Group Publishing Inc., 2005.
[4] M. Warschauer, "The paradoxical future of digital learning," Learning Inquiry, vol. 1, pp. 41–49, 2007.
[5] G. Bull and T. Hammond, "The future of E-Learning in schools," in Handbook on Information Technologies for Education and Training, 2nd ed., H. H. Adelsberger, Kinshuk, J. M. Pawlowski, and D. Sampson, Eds. Springer-Verlag Heidelberg, 2008, pp. 345–361.
[6] T. Willoughby and E. Wood, Eds., Children's Learning in a Digital World. 350 Main Street, Malden, MA 02148-5020, USA: Blackwell Publishing Ltd, 2008.

[7] J. Johnson, "Teaching and learning mathematics: Using research to shift from the "yesterday" mind to the "tomorrow" mind," State Superintendent of Public Instruction, Washington, Tech. Rep., 2004. [Online]. Available: http://www.k12.wa.us/research/pubdocs/pdf/mathbook.pdf
[8] Expert Panel on Mathematics, "Teaching and learning mathematics," The Report of the Expert Panel on Mathematics in Grades 4 to 6 in Ontario, Toronto, Canada: Ontario Ministry of Education, Tech. Rep., 2004. [Online]. Available:http://www.edu.gov.on.ca/eng/document/reports/numeracy/panel/numeracy.pdf
[9] F. C. Keil, "Adapted minds and evolved schools," Educational Psychologist, vol. 43, no. 4, pp. 196–202, 2008.
[10] L. S. Vygotsky, Mind in society: Development of Higher Psychological Processes, S. S. E. S. Michael Cole, Vera John-Steiner, Ed. Harvard University Press, 1978.
[11] J. V. Wertsch, "The voice of rationality in a sociocultural approach to mind," in Vygostky and education: Instructional implications and applications of sociohistorical psychology, L. C. Moll, Ed. New York, NY: Cambridge University Press, 1992, pp. 111–126.
[12] S. M. Papert, Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. New York: Basic Books, 1980.
[13] E. D. Corte and L. Verschaffel, "Mathematical thinking and learning," in Handbook of child psychology, 6th ed., K. A. Renninger, I. E. Sigel, W. Damon, and R. M. Lerner, Eds. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2006, vol. 4: Child psychology and practice, pp. 103–152.
[14] N. R. Council, "Adding it up: Helping children learn mathematics," in Mathematics Learning Study Committee, Center for Education, Division of Behavioral and Social Sciences and Education, J. Kilpatrick, J. Swafford, and B. Findell, Eds. Washington, DC: National Academy Press, 2001
[15] R. J. Simons, J. van der Linden, and T. Duffy, "New learning: Three ways to learn in a new balance," in New learning, R. J. Simons, J. van der Linden, and T. Duffy, Eds. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2000, pp. 1–20.
[16] A. Fontoura, Did´actica Geral [General Teaching], Rio de Janeiro, 1971.
[17] E. D. Corte, "Learning from instruction: the case of mathematics," Learning Inquiry, vol. 1, pp. 19–30, 2007.
[18] D. C. Phillips, Ed., Constructivism in education: Opinions and second opinions on controversial issues. Ninety-ninth yearbook of the national Society for the Study of Education. Part I. Chicago, IL: National Society for the Study of Education, 2000.
[19] L. P. Steffe and J. Gale, Eds., Constructivism in education. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.
[20] B. J. Zimmerman, "Dimensions of academic self-regulation: A conceptual framework for education," in Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications, D. H. Schunk and B. J. Zimmerman, Eds. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1994, pp. 3–21.
[21] G. Salomon, Ed., Distributed cognition. Psychological and educational considerations. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1993.
[22] E. D. Corte, "Mainstreams and perspectives in research on (mathematics) learning from instruction," Applied Psychology: An International Review, vol. 53, pp. 279–310, 2004.
[23] J. D. Bransford and D. L. Schwartz, "Rethinking transfer: A simple proposal with multiple implications," in Review of research in education, A. Iran-Nejad and P. Pearson, Eds. Washington, DC: American Educational Research Association, 1999, vol. 24, pp. 61–100.
[24] J. D. Bransford, R. Stevens, D. Schwartz, A. Meltzoff, R. Pea, J. Roschelle, N. Vye, P. Kuhl, P. Bell, B. Barron, B. Reeves, and N. Sabelli, "Learning theories and education: Toward a decade of synergy," in Handbook of educational psychology, 2nd ed., P. A. Alexander and P. H. Winne, Eds. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2006, pp. 209–244.
[25] Milgram, Paul; H. Takemura, A. Utsumi and F. Kishino, "Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum", in Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies, 1994, pp. 2351–34.
[26] Ronald Azuma, Yohan Baillot, Reinhold Behringer, Steven Feiner, Simon Julier, Blair MacIntyre, "Recent Advances in Augmented Reality", IEEE Computer Graphics and Applications 21, 6 (Nov/Dec 2001), pp. 34-47.
[27] J. Vallino, "Interactive Augmented Reality", PhD Dissertation, Department of Computer Science, University of Rochester, Rochester, NY, 1998.
[28] José Braz Pereira, João Pereira, "TARCAST: Uma Taxonomia para Sistemas de Realidade Aumentada", in Actas do 13º Encontro Português de Computação Gráfica, Universidade de Trás os Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, Outubro de 2005. ISBN: 972-98464-6-4.
[29] Romero Tori, Claudio Kirner, Robson Siscoutto, "Fundamentos e Tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada", Editora SBC – Sociedade Brasileira de Computação, Porto Alegre, 2006.
[30] D. Wagner and D. Schmalstieg, "History and Future of Tracking for Mobile Phone Augmented Reality", in Proceedings of the 2009 international Symposium on Ubiquitous Virtual Reality, 8 – 11 July, 2009.
[31] Adrian David Cheok, Siew Wan Fong, Kok Hwee Goh, Xubo Yang, Wei Liu, Farzam Farzbiz, Yu Li, "Human Pacman: A Sensing-based Mobile Entertainment System with Ubiquitous Computing and Tangible interaction", NetGames, National University of Singapore, department of electrical and computer engineering, 2004.
[32] EyePet, 2010, http://www.eyepet.com/home.cfm, Sony.
[33] J. Fischer, D. Bartz, W. Straßer, "Occlusion handling for medical augmented reality using a volumetric phantom", ACM New York, NY, USA, 2004.
[34] Veinviewer, 2010, http://www.veinviewer.com/ (accessed on 16th May 2010).
[35] Lego, 2010, http://www.men-at-work.fr/actu-metier/2009/la-realite-augmentee-seduit-lego-et-mini/ (accessed on 16th of May 2010).
[36] Zugara, 2010, http://www.zugara.com/ (accessed on 16th of May 2010).
[37] J. Junior, M. Pilato, Giraldi, Gilson & Silva and Rodrigo, "AR–Hardware – Um modelo de Interatividade em Ambientes de Realidade Aumentada", in SIBGRAPI/WIC, 2005.
[38] Vincennes, 2010, http://www.20minutes.fr/article/329173/Paris-La-realite-augmentee-entre-dans-l-histoire.php (accessed on 16th de May 2010).
[39] H. Kaufmann, K. Steinbugl, A. Dunser and J. Gluck, "Improving Spatial Abilities by Geometry Education in Augmented Reality - Application and Evaluation Design", First International VR-Learning Seminar at Virtual Reality International Conference (VRIC), Laval, 2005.
[40] E. R. Zorzal, Artur Augusto Bastos Buccioli, Claudio Kirner, "O Uso da Realidade Aumentada no Aprendizado Musical", CEP 05858-001, São Paulo - SP. Brasil, 2005.
[41] C. Kirner and R. Tori, "Introdução à Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade", in: Claudio Kirner and Romero Tori (Ed.), Realidade Virtual: Conceitos, Tecnologia e Tendências, São Paulo, 2004, v. 1, p. 3-20.
[42] N. Pratt, "Multi-point e-conferencing with initial teacher training students in England: Pitfalls and potential," Teaching and Teacher Education, vol. 24, no. 6, pp. 1476–1486, Aug. 2008.
[43] M. J. C. S. Reis, G. M. M. C. Santos, and P. J. S. G. Ferreira, "Promoting the educative use of the internet in the Portuguese primary schools: a case study," Aslib Proceedings, vol. 60, no. 2, pp. 111–129, 2008.
[44] K. S. Brown, L. A. Welsh, K. H. Hill, and J. P. Cipko, "The efficacy of embedding special education instruction in teacher preparation programs in the United States," Teaching and Teacher Education, vol. 24, no. 8, pp. 2087–2094, Nov. 2008.
[45] H. T. Gil and F. de Vasconcelos, "e-learning as a "Magical" way to teach and learn in a modern world?!" in 2nd International Conference on E-Learning, Proceedings, Remenyi, D, Ed. Curtis Farm, Kidmore End, Nr Reading, RG4 9AY, England: Academic Conferences Ltd, 2007, pp. 173–178, 2nd International Conference on e-Learning (ICEL 2007), New York, NY, JUN 28-29, 2007.
[46] J. Wishart, "Internet safety in emerging educational contexts," Computers & Education, vol. 43, no. 1-2, pp. 193–204, August-September 2004.
[47] D. Watson, B. Blakeley, and C. Abbott, "Researching the use of communication technologies in teacher education," Computers & Education, vol. 30, no. 1-2, pp. 15–21, January-February 1998.
[48] A. Hargeaves, "Foreword," in The lives of teachers, M. Huberman, Ed. Columbia University, DC: Teachers College Press, 1993, pp. vii–ix.
[49] M. Lampert and D. L. Ball, Teaching, multimedia and mathematics. New York: Teachers College Press, 1998.
[50] S. J. Pijlc and C. J. Meijer, "Factors in inclusion: A framework," in Inclusive education: A global agenda, S. J. Pijl, C. J. W. Meijer, and S. Hegarty, Eds. London, UK: Routledge, 1997, pp. 8–13.



Maria Manuela Cruz-Cunha é actualmente Professora Coordenadora na Escola de Tecnologia do Instituto Politécnico do Cávado e do Ave, Portugal. É licenciada em Engenharia de Sistemas e Informática, mestre em Produção Integrada por Computador e doutorada em Engenharia de Produção e Sistemas, com interesses de investigação em organizações virtuais, e-learning e e-commerce. Lecciona em áreas científicas relacionadas com sistemas e tecnologias da informação. É membro da comissão editorial, editor associado e editor principal de revistas científicas internacionais e integra a comissão científica de várias conferências internacionais. É autora e editora de diversos livros e o seu trabalho aparece em mais de 80 artigos publicados em revistas, capítulos de livros e actas de conferências. É co-fundadora e co-chair da CENTERIS – Conference on ENTERprise Information Systems.



Maria G. A. D. Reis é licenciada em Ensino Básico pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) em 1992 e mestre em Educação Especial pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD) em 2010. Encontra-se actualmente em doutoramento em Educação Especial. Os seus interesses de investigação são Educação Especial e incluem crianças com deficiência e necessidades especiais de educação e utilização de tecnologias de informação no processo de aprendizagem.



Emanuel Peres é licenciado em Engenharia Electrotécnica pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal em 2003. Encontra-se a desenvolver o seu projecto de doutoramento em Engenharia Electrotécnica, sensores remotos em redes de cooperação em ambientes de viticultura de precisão. É professor do Departamento de Engenharia da UTAD e colaborador do Centro de Investigação em Tecnologias Agro-ambientais e Biológicas (CITAB) da UTAD. Os seus interesses de investigação consistem em redes de computadores, segurança e aplicações para ambientes ubíquos suportados por dispositivos móveis.



João Varajão é actualmente professor na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal, onde lecciona gestão de sistemas de informação e engenharia de software. Orienta vários projectos de mestrado e doutoramento. Obteve o seu mestrado e doutoramento na Universidade do Minho. Os seus interesses científicos incluem a gestão de sistemas de informação e o planeamento e desenvolvimento de sistemas de informação empresariais. Tem mais de 100 publicações, incluindo livros, capítulos de livros, artigos em revistas e comunicações em conferências internacionais. É editor associado de revistas internacionais e membro da comissão científica de várias conferências internacionais. É co-fundador e co-chair da CENTERIS – Conference on ENTERprise Information Systems. É também membro da AIS, IEICE e APSI.



Maximino Bessa é professor de Ciências de Computação do Departamento de Engenharia da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal. Obteve o grau de doutor na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro com uma tese intitulada "Selective Rendering for High-Fidelity Graphics for 3D Maps on Mobile Devices" As suas áreas de interesse e investigação incluem a computação gráfica e tem participado em vários projectos de investigação relacionados. É autor de diversas publicações, incluindo livros, capítulos de livros, publicações com referee e comunicações em conferências internacionais.



Luís Magalhães é licenciado e mestre em Ciências da Computação pela Universidade do Minho e doutorado em Ciências da Computação pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Os seus interesses de investigação incluem a utilização de técnicas de visão por computador para produção de modelos 3D de sequências de vídeo, realidade aumentada, computação gráfica e, mais recentemente, a utilização destas técnicas no desenvolvimento de aplicações relacionadas com património cultural. É também autor de estudos sobre a utilização da percepção visual na computação gráfica.



Luís Barbosa é licenciado em Engenharia Electrotécnica pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal, em 1993. É mestre em Informática pela Universidade do Minho em 1999 e actualmente desenvolve o seu projecto de doutoramento em Informática com o tema "service-oriented Web portals and virtual university concept". É professor do Departamento de Engenharia da UTAD.



João Barreira é licenciado em Engenharia Eléctrica e de Computadores pela Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal, em 2009. Actualmente desenvolve a sua disertação de mestrado na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Os seus interesses de investigação incluem realidade aumentada, visualização da informação e computação móvel. Participa em projectos de investigação de realidade aumentada, incluindo publicações e comunicações em conferências.

Mejores Prácticas de Aprendizaje Móvil para el Desarrollo de Competencias en la Educación Superior

Arturo Molina, Violeta Chirino

Title—**Mobile Learning Best Practices for Competencies Development in Higher Education.**

Abstract— **Mobile devices can be used as educational tools to facilitate learning in context and also to extend the possibility of "learning in mobility". Through well planned educational mobile resources, significant and collaborative construction of knowledge and the development of students' competencies can be reached. This paper presents the results of an ex post facto explanatory research, oriented to identify design, utilization and integration experiences of mobile learning resources. A best practices approach was applied based on educational resources' contribution to learning as well as to the development technological competencies in the implementation of the 2008-2010 Mobile Learning Project at the Tecnológico de Monterrey.**

Index Terms—**Aprendizaje móvil, competencias tecnológicas, competencias disciplinares recursos educativos, mejores prácticas, habilidades tecnológicas.**

I. INTRODUCCIÓN

EL aprendizaje es un proceso humano potenciado por herramientas que pueden ser artefactos físicos y/o significados mediados por la cultura [1]. A partir de los desarrollos y estrategias derivadas del proyecto MobiLEARN [2], impulsado por países europeos y seguidos simultáneamente por universidades en todo el mundo, se ha ido ampliando el espectro de posibilidades de uso de los dispositivos móviles como herramientas para favorecer el aprendizaje. La concepción original que enfocaba como elemento central la movilidad en el aprendizaje, analizaba los elementos espacio, tiempo y áreas de aplicación para soportar esta afirmación [3], se ha fortalecido con el enfoque que relaciona a los dispositivos móviles con la posibilidad de construir conocimiento, considerando "la posibilidad de entrega y captura de información en un contexto" [4].

Las aplicaciones disponibles en los *smart-phones*, hacen posible la construcción de conocimiento al brindar la posibilidad de grabación de audio y video, la recuperación inmediata de información disponible en la red y en algunas bibliotecas digitales, enfatizando la mezcla de aprendizaje activo, situado y personal. Por otro lado la utilización de *chat* o sistemas de mensajería instantánea, las redes sociales y los micro-blogs, han ampliado las posibilidades de colaboración en tiempo real entre pares y la asesoría de docentes, demostrando en la práctica una gran contribución para mejorar las actividades de aprendizaje colaborativo.

La incorporación de estas herramientas móviles en actividades de aprendizaje, ha significado también la ampliación de posibilidades para desarrollar las habilidades y destrezas tanto disciplinares como transversales, preocupación de la práctica docente en educación superior.

La personalización del aprendizaje y la movilidad, permitidos por el uso cotidiano de los dispositivos, hacen que el desarrollo de competencias tecnológicas, de investigación -e incluso de desarrollo de habilidades del pensamiento-transciendan los límites de las aulas. Es importante, sin embargo, tener presente que el tema de la incorporación de *smart-phones* (teléfonos inteligentes) para actividades de aprendizaje, es afectado por los hábitos de uso de tecnología por parte de los alumnos y por la facilidad percibida de uso por parte de los profesores.

Con esas consideraciones resulta relevante identificar cuáles han sido las prácticas percibidas con la mayor efectividad para el aprendizaje por parte de los alumnos y las que han resultado más gratificantes en términos de su aporte al desarrollo de competencias por parte de los profesores, enfocando al aprendizaje móvil una estrategia detonadora del cambio en el uso de la tecnología en la educación

II. ESTUDIOS RELACIONADOS

A. La Generación del Internet o Generación Y

Una de las variables más relevantes para la estructuración de las estrategias de enseñanza-aprendizaje en educación superior, es el perfil de los estudiantes que participan en ella. A los individuos nacidos entre 1980 y 1994 -que en su mayoría cursan actualmente educación profesional-, se les conoce como la Generación Y [9], Generación del Internet o Generación del Milenio y constituyen el grupo de los nativos digitales [10][11].

La Generación del Internet, se relaciona con las computadoras y tecnologías como el Internet, el correo electrónico, la mensajería instantánea, los DVD, los video juegos y equipos asociados con ellos, como ambientes usuales para la comunicación, la socialización, el aprendizaje y el juego y no como máquinas a ser programadas [9][12].

Su constante y temprana interacción con estas tecnologías, ha delimitado también, características genéricas de su personalidad. Entre estas características se encuentran:

Arturo Molina y Violeta Chirino, pertenecen al Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, México, D.F. (e-mail: armolina@itesm.mx, vchirino@ievem.com).

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

su enfoque a la inmediatez -con la consecuente intolerancia a la espera-, que son multitareas, que se enfocan a resultados, y que gustan de permanecer constantemente comunicados y de trabajar en equipo.

Finalmente son investigadores en busca de respuestas inmediatas y navegantes avezados en la WEB, que acceden a la información con una consideración tenue de los límites entre autor y consumidor, con los consecuentes problemas en el reconocimiento de los derechos autorales [9][10][11][13].

En forma análoga, se encuentran investigaciones relacionadas con la necesidad de identificar si las características innatas de esta Generación, tienen como contraparte el desarrollo de habilidades de discriminación de información relevante, habilidad para enfocar procesos y el uso y explotación crítica de los multimedios e integración argumentativa consistente de reportes de investigación [14][15][10].

En síntesis las investigaciones, demuestran que el perfil de los estudiantes en educación superior ofrece oportunidades para la generación de estrategias educativas intensivas en tecnología y centradas en el aprendizaje, con el concomitante reto para el desarrollo de las habilidades relacionadas con investigación, pensamiento crítico y alfabetismo multimedios.

B. El Aprendizaje Usando Dispositivos Móviles

El aprendizaje móvil es potenciado por la convergencia digital que hizo de los teléfonos celulares teléfonos inteligentes, poderosas herramientas educativas con capacidad de grabar, reproducir, navegar en la WEB, editar e intercambiar documentos, además de las funciones tradicionales de comunicación -uno a uno y en redes sociales- tanto oral como escrita. Estos equipos y otros con posibilidades diversas como los *e-books*, los *tablets* y los PDA permiten diversificar los medios de acceso a las fuentes de información, incrementar la velocidad y frecuencia de las interacciones para la construcción de conocimiento y en general aumentan las capacidades de los alumnos para dirigir su aprendizaje en contexto, al aprovechar las aplicaciones que permiten integrar en forma inmediata las señales y experiencias de su medio ambiente [16][17].

Existen investigaciones que analizan la literatura existente, con el fin de identificar mejores prácticas del uso de los dispositivos móviles en la didáctica. En estas, se propone una categorización de las actividades de aprendizaje conforme a las teorías educativas en uso: conductista, constructivista, aprendizaje situacional, colaborativo/teoría conversacional, informales y para la vida, apoyo a la enseñanza y al aprendizaje; se presentan elementos genéricos que permiten su clasificación y se apoyan con algunos ejemplos relacionados con cada una de ellas [4].

1) La aproximación dialéctica al modelo de tareas usando dispositivos móviles

En [3][18], sobre la base del modelo de actividad en el trabajo -y sus contradicciones [19]- y el enfoque conversacional de Laurillard [20], se elabora una teoría con una aproximación cíclica y dialéctica que ofrece un marco para clasificar las actividades de aprendizaje móvil integrando las variables que son relevantes.

En [18], se identifican bajo un enfoque sistémico, los elementos que interactúan en las actividades de aprendizaje móvil, siendo estos: sujeto, objeto de aprendizaje y tecnología.

El aporte de estos estudios al desarrollo previo de [19], es la integración de las perspectivas de tecnología y semiótica para cada uno de los elementos mencionados, en donde la tecnología es definida como la parte "visible" de las actividades, mientras que lo semiótico como la finalidad y los roles que les dan sentido, en cuanto proceso humano, a la enseñanza-aprendizaje.

2) Niveles de taxonomía para el dominio Tecnología

En [21] se desarrolla una Taxonomía aplicable para evaluar el desarrollo de las competencias tecnológicas, sin distinción de las herramientas utilizadas. Esta taxonomía ofrece seis categorias -denominadas niveles de dominio de la tecnología- mediante las cuales se estructuran niveles progresivos de complejidad, que contienen objetivos multifacéticos en los que se relacionan el uso de herramientas y aplicaciones tecnológicas con las habilidades que los estudiantes demuestran a partir de su uso y desarrollo.

Los niveles que integran dicha taxonomía son: (I) alfabetización; (II) colaboración, (III) toma de decisiones, (IV) infusión, (V) integración y (VI) "tech-ología". Cada nivel contiene descriptores que permiten ubicar, tanto a los aprendices como a las actividades desarrolladas para el aprendizaje, en su estadío de evolución, el que está relacionado con el dominio de las herramientas y los métodos aplicados para obtener el máximo beneficio en el uso y creación de conocimiento y en la interacción.

3) Experiencias con el uso de dispositivos móviles

En los estudios sobre casos y experiencias de uso de los dispositivos móviles en la educación, destaca el hecho de que no existe una teoría única que permita clasificar las mejores prácticas. En cambio existen varios enfoques relacionados con:

a) su utilización dentro del aula como sistemas de respuesta, simulaciones con participación colectiva y recuperación colectiva de la información [22][23];

b) los análisis de caso clasificados conforme a las teorías pedagógicas conductismo, constructivismo, aprendizaje situado, aprendizaje colaborativo, aprendizaje para la vida y apoyos al aprendizaje, en donde no se privilegia una teoría como la mejor para dar marco a las aplicaciones, sino a la eficacia de la aplicación en torno a sus objetivos [4]; y

c) la búsqueda de elementos comunes entre los casos aplicación de dispositivos móviles para el aprendizaje conforme al "*Modelo de tareas para aprendizaje móvil*" [18] [22].

En el estudio de [22] se llama la atención sobre la importancia de analizar las restricciones y posibilidades de los dispositivos móviles para proveer

ambientes de aprendizaje y sobre la importancia de considerar a los equipos como herramientas. Aquí se encuentra que los mejores usos de las tecnologías móviles para la educación, se refieren a aplicaciones que fueron diseñadas ex profeso y que la labor del profesor en la integración de actividades que potencien el uso de las tecnologías es fundamental.

En un reenfoque de ese estudio, en [23], se presenta un reporte sobre los beneficios de los sistemas de respuesta en red para los estudiantes, con base en el análisis de las experiencias integradas en la literatura hasta el año de su publicación. Los beneficios reportados son: promover más involucramiento de los estudiantes, incremento del entendimiento de materias complejas, incremento del interés y disfrute de las sesiones de clase, y el hecho de que promueven discusión e interactividad. Señalan también que los sistemas de respuesta ayudan a los estudiantes a identificar su nivel de comprensión; que mediante su uso, los profesores pueden identificar dificultades en el aprendizaje de los alumnos y que se puede cubrir más contenido aprovechando el tiempo más allá de las horas de clase. Finalmente, indican que al utilizar los sistemas de respuesta, los estudiantes piensan más estando en el salón de clase; se mejora la calidad de las preguntas; se soslaya la timidez de los estudiantes; se aprovecha mejor el tiempo y se simplifica el registro de calificaciones,

Por otra parte, en [4], se seleccionan como casos de estudio, aplicaciones y desarrollos educativos desplegables en dispositivos móviles de varios tipos, con base en: la magnitud de su impacto -número de usuarios-, el haber sido desarrollados con bases teóricas sólidas; que presentan formas de apoyo a actividades nuevas e interesantes y finalmente debido a que incluyen evaluaciones cualitativas o cuantitativas de ganancias de aprendizaje. Bajo la clasificación de enfoque conductista, seguido en [4], se destacan los juegos que integran *quizzes* animados, desarrolladas para correr en forma independiente a solicitud de los usuarios, sobre materias como matemáticas, historia, ciencias e inglés. También se presentan fuerzas y debilidades de dichas aplicaciones, enfocando la relevancia de las preguntas, los costos y la carencia de retroalimentación entre las más importantes. También registra como caso de éxito el uso de SMA y videos para apoyo a la enseñanza de idiomas, en donde estas aplicaciones se usan con fines de reforzamiento de recomendaciones hechas para el mejor uso del lenguaje y de expresiones idiomáticas, comentando resultados semejantes a los expuestos por [23].

Dentro del enfoque constructivista, se identifican como casos de éxito, simulaciones para apoyar: el desarrollo de pensamiento crítico, la colaboración, la formulación de preguntas relevantes a problemas planteados, la significación en el aprendizaje, el diseño de pruebas de hipótesis; además de hacer ameno el aprendizaje.

El aprendizaje situado [25] tiene una oportunidad en las posibilidades de movilidad de los dispositivos, ya que se hace posible la exploración de ambientes físicos apoyados por tecnología digital combinando ambas fuentes de información. Los resultados del análisis llevado a cabo [4] muestran que los mejores casos integran -en apoyo a las actividades en campo-recursos de audio y video con enfoque al aprendizaje relevante. Con apoyo de estas aplicaciones los estudiantes realizan actividades diseñadas para aprender a investigar, cubriéndose las etapas de: exploración y descubrimiento, reflexión, consolidación del conocimiento, diseño de hipótesis, comprobación de la hipótesis y experimentación.

Finalmente, en el ámbito del aprendizaje colaborativo entre los ejemplos más relevantes ofrecidos por [4] sobre aprendizaje conversacional, se encuentran en los casos en donde las personas pueden comunicarse con otras utilizando *pocket pc* con pantallas interactivas y lápices virtuales, integrando principios de pedagogía enfocadas a lograr una construcción colaborativa del conocimiento, desarrollo de la Universidad Católica de Chile [26].

III. Contexto

El proyecto de aprendizaje móvil del Tecnológico de Monterrey inició en agosto del 2008 y para enero de 2010 abarcó a 3,365 alumnos de educación media y superior con una participación de 222 profesores en 47 materias. Para apoyar la incorporación de los docentes al modelo se diseñaron talleres en donde participaron, en la primera generación, profesores considerados líderes por su apertura al cambio y disponibilidad para participar en estrategias de innovación [5].

C. El Modelo Educativo en el Tecnológico de Monterrey.

El marco para el desarrollo de los proyectos de innovación educativa del Tecnológico de Monterrey es el denominado Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey (MET), cuyo rasgo distintivo es integrar un enfoque pedagógico centrado en el alumno y orientado hacia la generación de competencias de egreso, tanto profesionales como personales, las que se derivan de la misión de la Institución [6].

El modelo pedagógico inserto en el MET, considera la participación activa del profesor en el diseño de ambientes de aprendizaje, implicando que el alumno debe participar en ellos para construir su conocimiento a través de la reflexión, el uso del pensamiento crítico y el juicio ético. En su rol de facilitador del aprendizaje, el profesor promueve el desarrollo de habilidades y conocimientos relacionados con las competencias del alumno [7]. Otro componente relevante del MET es el uso intensivo de tecnologías de información y comunicaciones (TIC) para potenciar el aprendizaje, facilitar el acceso al conocimiento más actual y relevante disponible, así como para promover el aprendizaje en la práctica, de todas las posibilidades y retos que presenta el uso de las TIC en el desempeño de las diferentes profesiones.

La visión del profesional del S XXI del Tecnológico de Monterrey es concordante con modelos internacionales como

el de *Tuning* [8], e integra las competencias personales o instrumentales, interpersonales, de emprendimiento, de liderazgo, de especialidad, profesionales y disciplinares.

En el currículo de las diferentes carreras, se incluyen en forma longitudinal o transversal -según sea el caso- distintos elementos de las competencias con el fin de ir integrando su desarrollo, a lo largo de la vida académica del estudiante. La aplicación de técnicas didácticas y de actividades de aprendizaje permiten operacionalizar el desarrollo de las competencias, de una forma gradual, incremental y constante. Finalmente, se aplican procesos de evaluación de los aprendizajes para asegurar que las competencias del egresado del Tecnológico de Monterrey, sean pertinentes y respondan al contexto en el que serán aplicadas.

IV. Metodología

Se trata de una investigación ex post facto, de tipo exploratorio para identificar las actividades y recursos educativos de aprendizaje móvil, que más impactan el aprendizaje de los alumnos. Con el fin de lograr resultados con el mayor nivel posible de confiabilidad, se realizó una triangulación múltiple de los datos obtenidos siguiendo el procedimiento siguiente:

a) se integraron datos de cuatro de las respuestas a encuestas en línea, relacionadas con los recursos que más aportaron a su aprendizaje, aplicadas a 150 estudiantes participantes en el modelo en los periodos enero-mayo 2009 y enero-mayo 2010;

b) estos datos se compararon con las respuestas relacionadas con recursos que los estudiantes identificaron como los más efectivos en su proceso de aprendizaje, obtenidas en 4 sesiones de *Think-tank*, realizadas con 52 estudiantes de profesional;

c) se analizó la frecuencia de observación de los recursos, documentada en la aplicación "Estadísticas de recursos" del SICAM [5], identificándose los 40 recursos más vistos durante el semestre enero-mayo 2010; la frecuencia se obtuvo como resultado de dividir el número de accesos entre total de alumnos en la materia;

d) una vez identificados los mejores recursos se procedió a analizarlos en su despliegue, su estructura, contenidos y meta-datos, aprovechando la aplicación de consulta de recursos disponible en el SICAM [5];

e) se realizaron entrevistas con los profesores creadores de los recursos con el fin de obtener sus experiencias sobre diseño y aplicación de los recursos y para identificar su alcance en el desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes considerados en el MET; con estos resultados se integran y categorizan los recursos considerando su aportación al desarrollo de competencias;

f) finalmente se revisó la literatura publicada en libros y revistas electrónicas, disponibles en la Biblioteca Digital del Tecnológico de Monterrey y en Google $_{TM}$ Scholar con el fin de identificar investigaciones relacionadas con el objetivo del artículo o complementarias a los hallazgos de la investigación.

V. Experiencias en el diseño y utilización de recursos para aprendizaje móvil.

D. *Diseño de Recursos de Aprendizaje Móvil*

La primera etapa del proyecto de aprendizaje móvil en ambiente presencial en el Tecnológico de Monterrey, siguió la estrategia de desarrollar recursos multimedios, con el objetivo de dar contexto a actividades de aprendizaje -que serían después desarrolladas en el aula- y buscando también reforzar la comprensión de conceptos y procesos aprendidos en clase. Estos recursos fueron realizados con la participación de los profesores como diseñadores de contenidos, de pedagogos para asesoría en didáctica y de expertos en multimedios para la producción final de los recursos. También se integró una aplicación de exámenes rápidos y encuestas -Telebyte y Quick-Test ™-, que permitía el despliegue en los dispositivos de las preguntas para su respuesta directa, así como la visualización inmediata de resultados en la computadora del profesor. Esta aplicación permitía la retroalimentación sobre avances en aprendizaje y la realización de ejercicios de autoevaluación para los alumnos [16]. A la fecha de realización de esta investigación: muchos de los recursos integrados para aprendizaje móvil provienen de desarrollos pre-existentes en la Web. También se integraron actividades -desplegadas en los dispositivos en formato de texto- que guían a los alumnos en el uso de los dispositivos para trabajos de investigación de campo y prácticas de aprendizaje activo, lo que generó a su vez recursos en los que los alumnos son coautores.

Para efectos de esta investigación se toma la definición de recursos educativos generada en el marco del desarrollo de aprendizaje móvil [5]: *Recursos educativos son los productos, multimedios, diseñados por alumnos, profesores u obtenidos de la WEB, que contienen información destinada a reforzar la comprensión, a dar contexto al aprendizaje en el aula, a la autoevaluación de los aprendizajes, a presentar actividades que den significación al aprendizaje y que en general se integran a las estrategias didácticas de un curso presencial de educación superior*.

En la investigación aquí reportada, se encontraron además de los previstos, otros usos de los dispositivos móviles, no clasificables como recursos educativos. Son las actividades diseñadas por los alumnos, -sin intervención directa del profesor-, las que podríamos llamar actividades de aprendizaje genérico o auto dirigidas- y que se derivan de las habilidades y actitudes propias de la Generación del Internet [9]. Entre ellas se encuentran: las investigaciones de campo usando las aplicaciones de los dispositivos; el acceso a diccionarios en línea, a buscadores y a biblioteca digital; la colaboración para integración de reportes utilizando *chat*, mensajería instantánea y correo electrónico y la consulta de contenidos en la plataforma Blackboard ™.

Las actividades de aprendizaje vinculadas a objetivos predefinidos por el profesor y las prácticas de aprendizaje genéricas auto dirigidas, son posibles debido a la integración de los dispositivos móviles en los procesos educativos en ambiente presencial. A su vez estas actividades de aprendizaje realizadas con apoyo de las tecnologías de información y comunicaciones móviles, apoyan el desarrollo de algunos de los componentes de las competencias antes definidas por el MET.

Este impacto en el desarrollo de competencias genéricas y profesionales, en ocasiones ocurrió en forma intencional, orientado por el profesor y forma parte de los contenidos transversales de los diseños curriculares de las carreras. En otras ocasiones, el impacto en las competencias instrumentales o personales,-generalmente vinculadas con el aprendizaje para la vida-, se deriva de prácticas aprendizaje independiente, realizado por los alumnos de forma auto-administrada. Todo esto define un modelo que relaciona las aplicaciones disponibles en los dispositivos móviles, con las prácticas educativas que se realizan aprovechando sus alcances y el desarrollo de habilidades y actitudes integrantes de competencias como se muestra en la Figura 1.

En términos del modelo de [21], los desarrollos de actividades de aprendizaje que integraron recursos educativos móviles, realizados por los profesores y especialistas en el modelaje de la estrategia de aprendizaje móvil, correspondieron a los niveles III, IV y V manifiestos en:

(3) la habilidad de utilizar tecnología en situaciones nuevas y concretas para analizar, evaluar y juzgar;

(4) la identificación, selección y aplicación de la tecnología existente hacia situaciones únicas de aprendizaje y

(5) a la creación de nuevos materiales basados en tecnología que combinaron tecnologías tradicionalmente separadas en los procesos de aprendizaje.

La incorporación de alumnos en el diseño de recursos multimedios, generalmente sobre la base de videos que muestran la comprensión de conceptos mediante una dramatización [32];o que presentan prácticas de laboratorio haciendo una narrativa de lo desarrollado [29]; o la creación de un “Rap” para presentar la definición de derecho [27], ha sido otra vía para que ellos –los alumnos- desarrollen habilidades del dominio tecnológico, sobre todo en lo concerniente con: (III) la identificación y uso de tecnologías para las actividades de aprendizaje, así como las bases para desarrollar su alfabetismo sobre multimedios, al desarrollar habilidades para construir significados mediante, imágenes, diseños, voz y texto [21].

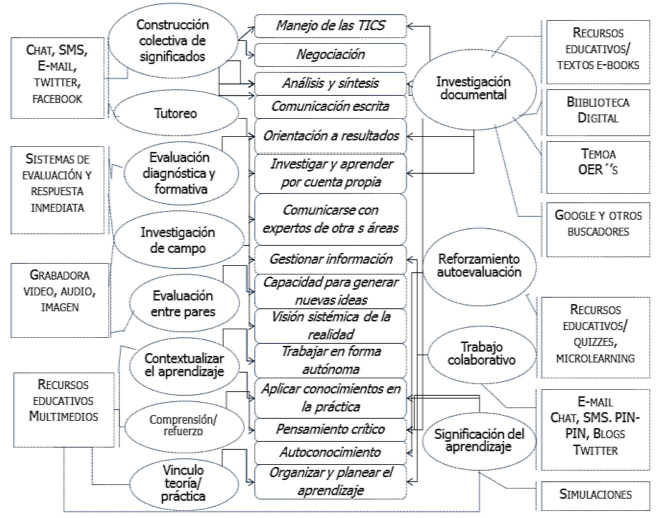


Fig. 1. Modelo: Aplicaciones móviles-actividades de aprendizaje-competencias

En la evolución del Modelo de Aprendizaje Móvil investigado, se refinaron los objetivos de los recursos, se incrementaron identificadores de contenidos –meta-datos-, así como el formato de entrega y calidad de los contenidos. Esto fue producto de la aplicación de criterios de calidad [16] y de la integración, cada vez más importante, de investigadores sobre el modelo, e impactó en el desarrollo y generación de evidencia sobre el nivel (VI) del dominio de la tecnología propuesto por [19] en lo concerniente con la “Habilidad para juzgar el impacto universal, los valores compartidos y las implicaciones sociales de la tecnología su uso y las implicaciones en la enseñanza y el aprendizaje”, pp. 217.

E. Utilización de Recursos de Aprendizaje Móvil

La investigación reportó un nivel desigual en la integración de actividades de aprendizaje móvil en las materias que operaban en el modelo. En algunas materias se desarrollaron recursos multimedios y actividades o exámenes rápidos, mientras que otras utilizaron el dispositivo en forma no programada para realizar actividades en aula o fuera de ella de acuerdo con las necesidades y hábitos de uso de la tecnología del profesor y de los alumnos. De esta manera para 2010, el 78% de los cursos -65- tuvieron al menos un recurso elaborado exprofeso, mientras que el 22% restante se manejó en forma discrecional en el modelo, aplicando exámenes rápidos o utilizando el dispositivo conforme a la propia iniciativa de los estudiantes. En la Figura 2 se muestra la distribución de recursos producidos para 2010.

A partir del análisis de las respuestas obtenidas en las encuestas aplicadas a los alumnos, se obtuvo información sobre el impacto del uso de los dispositivos móviles en la generación de prácticas de aprendizaje que no eran realizadas antes de la implantación del modelo. En las respuestas para la pregunta: *Por favor selecciona los dos tipos de actividad de aprendizaje que hayas realizado con el dispositivo móvil y que te hayan parecido las que más te apoyaron para aprender*, los estudiantes anotan como la actividad más relevante con el 79% de las respuestas la investigación -incluyendo las realizadas mediante Web, diccionarios y EBSCO-, seguida por la observación de recursos de video con 63% de las respuestas. La Figura 3 muestra los resultados obtenidos.



Fig. 2. Tipo de recursos educativos disponibles para aprendizaje móvil 2010



Fig. 3. Actividades en aprendizaje móvil que más apoyan el aprendizaje.

Los profesores en su mayoría Inmigrantes Digitales, en fase de aprendizaje de uso del modelo, identificaron que “eliminar las paredes de las aulas” -haciendo accesible la revisión repetida y la reflexión de los contenidos vistos en clase-, podía ser un aporte del modelo, al permitir la diversificación en el frmato de entrega de los contenidos educativos.

Por el lado de los alumnos, esta respuesta concuerda con el perfil de los Nativos Digitales, quienes prefieren el acceso al conocimiento en formatos dinámicos y multimedios. Aun cuando la presentación de los contenidos es marcadamente conductista, la preferencia y repetición de uso reportada en las estadísticas del SICAM, es un indicativo de que también aportan al desarrollo de las competencias de aprendizaje auto dirigido, ya que los alumnos identifican las fuentes de conocimiento que mejor satisfacen sus estilos de aprendizaje.

En la identificación de las actividades que más aportan al aprendizaje de los alumnos, es importante la tendencia hacia la diversificación en el uso de herramientas de investigación (en WEB, diccionarios o EBSCO). La información obtenida, es un indicativo de que los estudiantes tienden a explotar por su cuenta las herramientas que más facilitan sus actividades de aprendizaje (competencia tecnológica 4) y se comprueba la posesión de una de las características de la Generación del Internet enunciadas con anterioridad, que se refiere a su capacidad para diseñar nuevas experiencias de aprendizaje por cuenta propia. Parecería que solo basta con disponer de la herramienta adecuada para favorecer su creatividad.

En respuesta a la pregunta: *Por favor indica tu nivel de acuerdo sobre los beneficios que has obtenido al utilizar dispositivos móviles en tus cursos,* el 85% de los alumnos encuestados manifestó acuerdo en que el uso de los dispositivos móviles les permitió comunicarse más fácilmente con sus compañeros de equipo, mientras que sólo el 26% indicó que pudo beneficiarse de recibir asesoría de sus profesores en cualquier lugar y hora. Esto es un indicativo del perfil de Nativos vs. Inmigrantes Digitales, ya que en entrevista con profesores participantes en el modelo, ellos indicaron que continúan con su práctica tradicional de asesoría presencial y solo un 10% de ellos indicaron estar migrando sus prácticas de asistencia al estudiante.

La Figura 4 muestra que, la realización de encuestas, la producción de recursos multimedios para sus proyectos, y el aprendizaje de uso de los dispositivos móviles son las actividades en las que más se incrementó la percepción de beneficios. Esto es un signo del impacto del uso de los dispositivos móviles en el desarrollo de competencia de uso de la tecnología de los niveles (III), (IV) y (V) y del desarrollo de habilidades de investigación, -bajo metodologías aprendidas-,

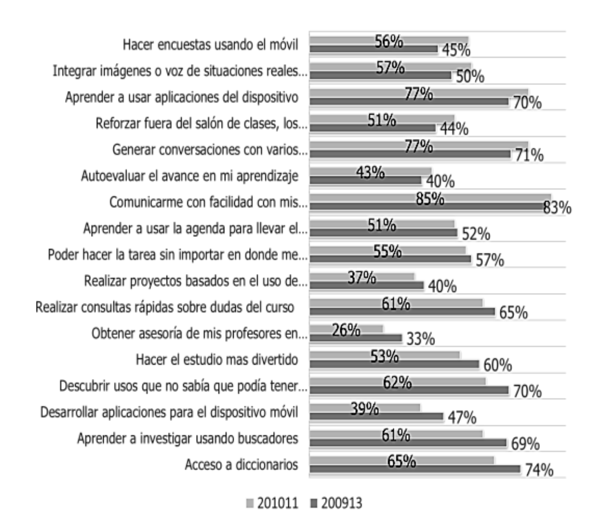


Fig. 4. Variación en la percepción de beneficios del Aprendizaje Móvil

aprovechando los sistemas de respuesta rápida. Esta evidencia empírica es concordante con los hallazgos de [23], respecto al impacto del uso de sistemas de respuesta inmediata.

En la misma Figura 4, se puede observar que actividades como la autoevaluación-relacionada con la habilidad de desarrollar procesos de autoconocimiento-; así como la de reforzar fuera del salón de clase los temas vistos- relacionada con la autoadministración de sus aprendizajes-, también muestran una leve evolución en 2010 respecto a 2009.

Finalmente en respuesta a la pregunta *¿Cómo han ayudado en tu aprendizaje los recursos de aprendizaje móvil que mencionaste? Para 2010* se encontró que el 63% enfocó la significación en el aprendizaje. El desarrollo de actividades de autoadministración del aprendizaje se observa en el 43% de los alumnos encuestados en actividades de autoevaluación y en el 39% que buscó el aprendizaje por cuenta propia utilizando los recursos móviles.

Esto da sustento a la declaración en [25], respecto a las posibilidades de los dispositivos móviles para apoyar el aprendizaje situado y por ende más significativo. Permite también realizar -aunque en forma no estructurada- habilidades de argumentación y comprobación de hipótesis, ambas relevantes en los procesos de investigación. Estas y el resto de las variables identificadas se muestran en la Figura 5.

Con base en esas respuestas, -la frecuencia de acceso y las referencias de los estudiantes sobre los recursos que resultaron

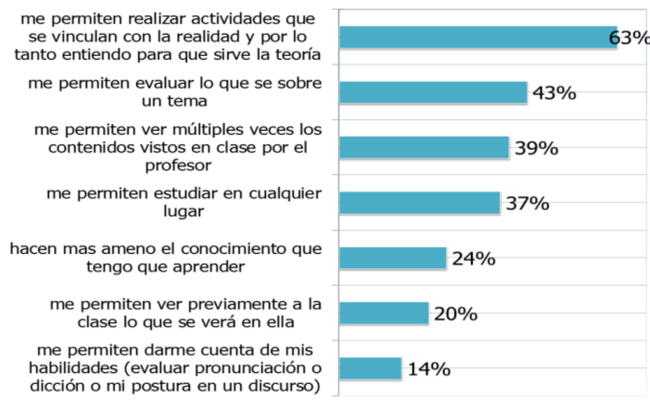


Fig. 5. ¿Cómo ayudan los recursos móviles en el aprendizaje?

más útiles-, se identificaron las materias que por la calidad de sus contenidos, la calidad en su presentación, así como la utilidad para el aprendizaje, resultaron ser las mejores prácticas en aprendizaje móvil, siendo éstas: [28][29][30][31][32].

En ellas se confirma la aseveración de [22] en torno a la importancia que tiene el profesor en el impacto del uso de dispositivos móviles en prácticas de aprendizaje. Los elementos comunes identificados en los cursos que mejor aplicaron estrategias de aprendizaje móvil, fueron: la intensidad en el uso de recursos móviles para explicación, para inducción al tema, para autoevaluación en todos los temas del curso; la selección de las mejores tácticas aplicadas conforme a los objetivos de aprendizaje. Todos los cursos mencionados integran en forma activa al alumno en la creación de recursos y en la manipulación de la herramienta para actividades de autoevaluación y evaluación entre pares; integran estrategias de variación del estímulo en el diseño de los recursos multimedios, fundamentalmente exponiendo casos vivenciales, socio dramas o experimentos en donde participan los alumnos; y presentan segmentos de contenido con criterios semejantes a los manejados en objetos de aprendizaje. Estas características pueden ser relacionadas con el “Modelo de tareas para aprendizaje móvil” [18].

F. La Aportación al Desarrollo de Competencias Disciplinares de los Recursos Educativos para Aprendizaje Móvil.

El análisis de la conformación de los recursos y su integración en actividades de aprendizaje en los cursos seleccionados, permitió observar un enfoque consistente hacia el desarrollo de las competencias declaradas en el MET. Un hilo conductor es su aporte hacia la competencias disciplinares propias de cada especialidad, ejemplos en recursos como [33], provocan que el alumno ponga en contexto los conocimientos adquiridos en la materia de Mercadotecnia Básica, para que mediante un análisis crítico, realicen una categorización de las estrategias aplicadas al comercio en detalle, las comparen con otras situaciones similares y concluyan respecto a la pertinencia de las acciones tomadas en ese ámbito.

Otro ejemplo relevante lo constituye el recurso “Experimento sobre momentos de inercia” de la materia Estática correspondiente al currículo de Ingeniería Mecatrónica, en donde mediante un video se muestra al alumno un experimento que él puede consultar en cualquier lugar, llevando el laboratorio y los hallazgos reportados al alcance de su mano.

Se identifica en síntesis, que los recursos móviles pueden incidir en la habilidad de aprender en cualquier contexto, específicamente para desarrollar habilidades de investigación: discriminación de la información relevante, identificación de datos explicativos de fenómenos estudiados, formulación de hipótesis, recuperación de la información de fuentes primarias y su integración en reportes publicables.

VI. DISCUSIÓN

La actitud positiva de los profesores respecto a la innovación en el uso de tecnología para el aprendizaje y su involucramiento activo en la implantación del modelo, parecen ser factores de éxito en la implantación de las prácticas en los cursos mencionados. En todos los casos, se observa la mezcla de un diseño pedagógico con video y audio con producción profesional, cuestionarios para autoevaluación y actividades dirigidas a la generación de recursos con participación de los alumnos. El enfoque dirigido a realizar actividades de investigación-acción en el aula, que permiten una constante retroalimentación –tanto para la mejora de los recursos como para la identificación de impacto en el aprendizaje- [34][35] son elementos que tienen efecto tanto en la percepción de los alumnos sobre la utilidad de los recursos como en la efectividad de los mismos por la calidad de su diseño.

Confrontando los hallazgos de la investigación con lo referido en la literatura, se puede identificar -en términos generales- que las mejores prácticas observadas, tienen como característica integrar en forma armoniosa las variables del Modelo de Tarea de Aprendizaje Móvil. De igual manera -aunque no en forma explícita- la aplicación de las categorizaciones sobre la Taxonomía del Dominio de la Tecnología permite prever el impacto futuro, -identificado en esta investigación a nivel de percepción y uso-, que tendrán los recursos en el desarrollo de habilidades tecnológicas. A diferencia de lo observado en los reportes de la literatura revisada, los casos que aquí se presentan se caracterizan por una activa participación del profesor, tanto en el diseño de los recursos y actividades cuanto en la facilitación de los procesos de aprendizaje en los que esos recursos y actividades se utilizan. Aun las actividades diseñadas para autoestudio, son requeridas como contexto o reforzamiento del aprendizaje realizado en el aula. Esto puede verse como una modalidad “intensiva en el recurso humano” propia de ambientes presenciales -y tal vez también de la cultura latina-. Sin embargo la contraparte está en que esta tendencia hace el éxito del modelo profundamente dependiente de la capacidad de adaptación de los profesores a la innovación en la integración de nuevas tecnologías en la educación.

Es relevante que entre las actividades identificadas por los estudiantes como las que más impactan su aprendizaje, están aquellas en las que ellos controlan su diseño y realización, como es el caso de investigación usando buscadores, integración de documentos o colaboración a distancia.

Se proporciona evidencia empírica corroborando los aportes de la literatura sobre los beneficios del aprendizaje móvil. Sin embargo se identifica que el interés de los estudiantes en participar en el modelo tiene como variables preponderantes las relacionadas con el aprendizaje, por encima de la movilidad. Se observa también que es necesario incorporar más las aplicaciones disponibles en los teléfonos inteligentes como la mensajería instantánea y las redes sociales para actividades de construcción de significados.

La situación antes descrita puede derivarse del propio perfil de nativos e inmigrantes digitales, ya que mientras los alumnos privilegian la comunicación entre sus pares como sus actividades más significativas, la comunicación con los profesores es aún incipiente. Se observó también en los estudiantes mexicanos, las características propias de los nativos digitales al diseñar y realizar actividades de aprendizaje principalmente investigación y construcción de recursos y proyectos con un uso intensivo de los dispositivos móviles, de “motu proprio”.

VII. Conclusiones y recomendaciones

En el aprendizaje móvil lo primero es el aprendizaje, la contextualización y enfoque de la didáctica que integra el uso de los dispositivos permite la personalización y favorece la significación. Resulta claro que es necesario estandarizar los criterios de calidad en la generación de recursos multimedios y actividades de aprendizaje, orientarlos más al enfoque de objetos de conocimiento, sin embargo su uso e integración en actividades, debe ser flexible, adaptada a las condiciones de aprendizaje del alumno. Se requiere más investigación sobre la identificación del impacto que tiene el uso de tecnologías móviles en el desarrollo de competencias de dominio tecnológico y multimedios. También es necesario enfocar más la investigación sobre ganancias de aprendizaje comparando varios medios e incluyendo la variable estilos de aprendizaje, bajo la premisa de que la personalización del aprendizaje tiene como contrasentido pensar que el móvil, tal como se ha implementado hasta ahora puede satisfacer cualquier preferencia de aprendizaje.

En los casos detectados como las mejores prácticas, liderazgo para el cambio, pare ser una frase que sintetiza la estrategia del docente. Los mejores cursos analizados integran a los alumnos en el diseño de recursos, apalancándose en las habilidades multimedios de los nativos digitales.

En síntesis es necesario hacer del aprendizaje móvil un modelo de tecnología educativo centrado en el alumno, en su capacidad de creación e innovación y aprovechando la posibilidad de dominar en contexto las competencias tecnológicas y multimedios.

Referencias

[1] L.S. Vigotsky, *Mind in society: The development of higher mental processes.* Cambridge, Ma: Harvard University Press, 1978.

[2] Brasher, P. McAndrew, y M. Sharples. A road map for further research into the theory and practice of personal mobile learning supported by new technologies.*MObiLearn*.2005. http://www.mobilearn.org/results/results.htm

[3] M. Sharples, J. Taylor, y G. Vavoula. Towards a Theory of Mobile Learning.*Proceedings of mLearn 2005 Conference. Cape Cod, Sudafrica:* http://www.mlearn.org.za/CD/papers/Sharples-%20Theory%20of%20Mobile.pdf, 1995.

[4] L. P. Naismith, G. Lonsdale, G. Vavoula, y M. Sharples. Literature Review in Mobile Technologies and Learning. *NESTA FutureLab*. Bristol, UK: NESTA fUTUREIAB, 2005.

[5] V. Chirino, y A. Molina. Critical factors in a definition of mobile learning model. En *Handbook of Research on Mobility and Computing: Evolving Technologies and Ubiquitous Impacts*, editado por Maria Manuela Cruz-Cunha y Fernando Moreira. Portugal: IGI Global, 2010.

[6] ITESM. *El Modelo Educativo del Tecnológico de Monterrey. Monterrey*, N.L. 2002.

[7] J. Delors. *La educación encierra un tesoro.* Madrid: Ed. UNESCO, 1996.

[8] Tuning. *Reflexiones y perspectivas de la educación superior en América Latina. Informe Final* - Proyecto Tuning- América Latina-2004-2007, Universidad de Deusto; Universidad de Groningen, Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto, 1997, 432.

[9] M. McCrindle, *New Generations at Work: Attracting, Recruiting, Retraining & Training Generation* Y. NW Australia: McCrindle Research, 2006.

[10] Hartman, P. Moskal, and C. Dzuban. Preparing the Academy of Today for the Learner of Tomorrow. En *Educating the Net Generation*, by Diana Oblinger and James, L. Oblinger, 6.1. - 6.15. Educause, 2005.

[11] Prensky, Michael. "Digital natives, digital immigrants. On the Horizon*". On the Horizon* 9, no. 5, 1-2, 2001.

[12] S. Turkle. *Life on the Screen: Identity in the Age of the Internet*. New York: Touchstone, 1995.

[13] D. Oblinger. "Boomers, gen-exers and millennials: Understanding the new students.*" EDUCAUSE Review* 38, (4), July/August, 2003.

[14] H. Huijser. "Refocusing Multiliteracies for the Net Generation." *International Journal of Pedagogies and Learning* 2(1), 22-34,2006.

[15] Oblinger, D.G. & Oblinger, J.L. (Eds). *Educating the Net Generation*. Boulder, CO: EDUCAUSE. 2005

[16] V. Chirino y A. Molina, A. Aprendizaje Móvil en Enseñanza Superior: Experiencias sobre un proceso de Innovación Disruptiva en el Tecnológico de Monterrey. Trabajo enviado a *Revista Mexicana de Innovación Educativa*, Convocatoria RMIE 47.Work in progress. Centro de Innovación en Tecnología y Educación. Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México: Mexico. 2010.

[17] V. Chirino, J. Noguez, L. Neri, V. Robledo–Rella, G. Aguilar. Students' perception about the use of mobile devices in self-managed learning activities and learning gains related to mobile learning resources. Capítulo de libro enviado para su publicación en *Book on Mobile Science*. CC. 2010.

[18] J.M.Taylor, C. Sharples, G. O'Malley, Vavoula, and J. Waycott. Towards a task model for mobile learning: a dialectical approach. *International Journal of Learning Technology* 2(2-3), 138-158, 2006.

[19] Y. Egeström. *Learning by expanding. An activity theoretical approach to developmental research.* Helsinki: Orienta-Konsulti, 1997.

[20] D. Laurillard. *Rethinking University Teaching: A Conversational Framework for the Effective Use of Learning Technologies*. 2nd. London: RoutledgeFalmer, 2002.

[21] L. A. Tomei. *Taxonomy for technology domain*. Hershey PA.: information Science Publishing (an imprint of Idea Group Inc., 2005.

[22] J. Roschelle. Keynote paper: Unlocking the learning value of wireless mobile devices. *Journal of Computer Assisted Learning* 19(3), 260-272, September 2003.

[23] J. Roschelle, C. Patton, and D. Tatar. *Networked handheld devices to enhance school learning*.1-60, 2007.

[24] D. Frohberg, C. Göth, and G. Schwabe. Mobile learning projects: A critical analysis of the state of the art. *Journal of Computer Assisted Learning* 25(4), 307-331, 2009.doi: 10.1111/j.1365-2729.2009.00315.x.

[25] J. Lave, y E. Wenger. *Situated Learning. Legitimate peripheral participation.* Cambridge: University of Cambridge Press, 1991.

[26] G. Zurita y M. Nussbaum. Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected hand-held computers. *Computers & Education* 42(3), 289-314, 2004.

[27] M. Alvarez. "Derecho". En *SICAM*. Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, 2010.

[28] A. Fontes. Expresión Verbal en el Ámbito Profesional. En *SICAM.* Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México. 2010

[29] E. Solis, I. Salgado. "Quimica". En *SICAM*. Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, 2010.

[30] R. García, L. Neri y V. Robledo. Fisica I.. En *SICAM*. Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, 2010.

[31] T. Young. Dibujo artístico. En *SICAM*. Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, 2010.

[32] B. Sosa. Personas y familia. En *SICAM*. Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, 2010.

[33] L. Ascanio. Mercadotecnia Básica. En *SICAM*. Tecnológico de Monterrey Campus Ciudad de México, 2010.

[34] G. Aguilar, V. Robledo, L. Neri, V. Chirino, y J. Noguez. *Impacto de los recursos móviles en el aprendizaje.* Work in progress. México, 2010

[35] V. Robledo, L. Neri, V. Chirino, J. Noguez, y G. Aguilar. Design, Implementation and Evaluation of Mobile Learning Resources. En *Proceedings of the IADIS International Conference Mobile Learning* 2010. Porto, Portugal: IADIS Press, 377-379, 2010.



Arturo Molina Gutiérrez. Director General del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, desde donde ha dirigido la primera estrategia de aprendizaje móvil en México. El Dr. Molina recibió su primer Doctorado en Mecánica de la Universidad Técnica de Budapest, Hungría, así como su segundo Doctorado en Sistemas de Manufactura de la Universidad Tecnológica de Loughborough, Inglaterra. El Dr. Molina es miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México y de la Academia Mexicana de Ciencias. A nivel internacional es miembro del Comité Técnico IFAC WG5.3 Enterprise Integration & Networking y miembro del IFIP WG5.5 on Cooperation Infrastructure for Virtual Enterprise & Electronic Business y del WG5.12 Working Group on Enterprise Integration Architectures.



Violeta Chirino Barceló. Investigadora y consultora en admin. del conocimiento, desarrollo de competencias y tecnología educativa, con Doctorado en Innovación y Tecnología Educativa. Ha colaborado con la Fundación Ford, la Secretaría de la Función Pública, SAGARPA e INCA Rural en México; FAO y Banco Mundial. Ha participado en congresos internacionales tiene publicaciones en los temas mencionados. En el Tecnológico de Monterrey, ha sido profesora en pre- y posgrado. Diseñó un Programa de Alto Rendimiento Académico para pregrado; y es co-autora de una NT Institucional en Administración de Procesos de Aprendizaje; fue Directora de Desarrollo Académico del Tecnológico de Monterrey, Campus Ciudad de México, así como diseñó y coordinó la implantación de un Modelo de Aprendizaje Móvil en esta institución; co-autora de un software para la administración del conocimiento y de una Norma Técnica Institucional en Administración del Aprendizaje.

IEEE-RITA (http://webs.uvigo.es/cesei/RITA)

Revisores

IEEE-RITA es una publicación lanzada en Noviembre de 2006 por el Capítulo Español de la Sociedad de Educación del IEEE (CESEI), y apoyada por el Ministerio Español de Educación y Ciencia a través de la acción complementaria TSI2005-24068-E. Posteriormente fue apoyada por el Ministerio Español de Ciencia e Innovación a través de la acción complementaria TSI2007-30679-E, y desde Diciembre de 2009 por la acción complementaria TIN2009-07333-E/TSI.

DOI (Digital Object Identifier) Pendiente

(Viene de la Portada)

IEEE-RITA es una publicación de la Sociedad de Educación del IEEE, gestionada por su Capítulo Español y apoyada por el Ministerio Español de Ciencia e Innovación a través de la acción complementaria TIN2009-07333-E/TSI, Red Temática del CESEI.

IEEE-RITA é uma publicação da Sociedade de Educação do IEEE, gerida pelo Capitulo Espanhol e apoiada pelo Ministério Espanhol de Ciência e Inovação através da acção complementar TIN2009-07333-E/TSI, Rede Temática do CESEI.

IEEE-RITA is a publication of the IEEE Education Society, managed by its Spanish Chapter, and supported by the Spanish Ministry of Science and Innovation through complementary action TIN2009-07333-E/TSI, Thematic Network of CESEI.